

ХМЕЛЬНИЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет технологій і дизайну
Кафедра хімії та хімічної інженерії

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

АНАЛІЗ ВПЛИВУ РЕСУРСОЩАДНИХ ТЕХНОЛОГІЙ НА ЕКОЛОГІЧНУ
БЕЗПЕКУ ПРАННЯ ЦЕЛЮЛОЗОМІСТКИХ ТЕКСТИЛЬНИХ ВИРОБІВ

Галузь знань 16 – «Хімічна та біоінженерія»

Спеціальність 161 – «Хімічні технології та інженерія»

Освітня програма – «Хімічна технологія та інженерія»

ДРХТІ. 2021122.00.00.00

Виконав: здобувач 2 курсу група ХТІм-21-1

Діана КУЛЯС

Керівник

15.12.2022 Ольга ПАРАСКА

Нормоконтролер

18.12.2022 Олександр СТРЕМЕЦЬКИЙ

До захисту допускаю:

22.12.2022 Ольга ПАРАСКА

Зав. кафедри хімії та хімічної інженерії

22.12.2022 р.

Хмельницький 2022

ХМЕЛЬНИЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет Технологій та дизайну
Кафедра Хімії та хімічної інженерії
Освітній рівень Магістр
Галузь знань 16 Хімічна та біоінженерія
Спеціальність 161 Хімічні технології та інженерія
Спеціалізація Хімічні технології та інженерія
Освітня програма Хімічна технологія та інженерія

ЗАТВЕРДЖУЮ
Завідувач кафедри
д. т. н., доц. Ольга ПАРАСКА

1 липня 2022 р.

ЗАВДАННЯ НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ

Куляс Діани Василівни

Прізвище, ім'я, по батькові

1. Тема роботи Аналіз впливу ресурсоощадних технологій на екологічну безпеку прання целюлозомістких текстильних виробів

Керівник роботи д. т. н., проф. Параска Ольга Анатоліївна

Прізвище, ім'я, по батькові

Затверджено наказом ректора університету від 1 липня 2022 р. № 83

2. Термін подання здобувачем роботи на кафедру 22 грудня 2022 р.

3. Вихідні дані до роботи Звіт з переддипломної практики. Методичні рекомендації щодо підготовки та виконання кваліфікаційної роботи магістра студентами спеціальностей 102 «Хімія» і 161 «Хімічні технології та інженерія». Стандарти ХНУ Текстові документи. Загальні вимоги СОУ 201.01:2017, СОУ 202.02:2017.

4. Зміст пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити)

Тенденції розвитку технологій прання. Вимоги екологічної безпеки до ресурсоощадних технологій прання целюлозомістких текстильних виробів. Переваги і недоліки сучасних технологій прання.

5. Перелік графічного матеріалу (із зазначенням обов'язкових креслень) 10 слайдів програми презентації Power Point

РЕФЕРАТ

Кваліфікаційна робота на тему: Аналіз впливу ресурсоощадних технологій на екологічну безпеку прання целюлозомістких текстильних виробів

Автор роботи – здобувач гр. ХТІм – 21–1

Діана КУЛЯС

Керівник роботи – д. т. н, професор

Ольга ПАРАСКА

Обсяг магістерської роботи 92 сторінки, 17 таблиць, 12 рисунків, 58 джерел посилань, графічної частини 10 слайдів виконаних у програмі презентації.

Ключові слова: ресурсоощадні технології, прання, екологічна безпека целюлозні матеріали.

Мета роботи: дослідження екологічної безпеки ресурсоощадних технологій прання целюлозомістких текстильних виробів. Об'єкт дослідження: ресурсоощадні технології прання. Предмет дослідження: прання целюлозомістких текстильних виробів.

Наведено основні тенденції розвитку технологій прання і вимоги екологічної безпеки ресурсоощадних технологій прання целюлозомістких текстильних виробів. Охарактеризовано переваги і недоліки сучасних технологій прання та здійснено порівняльну оцінку ресурсоощадних технологій.

Досліджено параметри процесу прання целюлозомістких текстильних виробів, визначено технологічні фактори, які впливають на якість очищення текстильних виробів. Запропоновано оптимальні умови впровадження ресурсоощадних технологій для підвищення ефективності здійснення технологічних процесів прання целюлозомістких текстильних виробів.

Доведено, що застосування ресурсоощадних технологій прання целюлозомістких текстильних виробів, сприяють скороченню тривалості здійснення операцій, зменшенню циклу очищення виробів, витрат реагентів, покращенню екологічної безпеки процесу.

Здобувачка групи ХТІм –21–1

Діана КУЛЯС

ЗМІСТ

СКОРОЧЕННЯ ТА УМОВНІ ПОЗНАКИ.....	6
ВСТУП.....	7
1 ОГЛЯД ДЖЕРЕЛ НАУКОВО-ТЕХНІЧНОЇ ІНФОРМАЦІЇ РЕСУРСООЩАДНИХ ТЕХНОЛОГІЙ ПРАННЯ ЦЕЛЮЛОЗОМІСТКИХ ТЕКСТИЛЬНИХ ВИРОБІВ.....	11
1.1 Світовий досвід розвитку ресурсоощадних технологій прання.....	11
1.2 Тенденції виробництва целюлозомістких текстильних матеріалів.....	
1.3 Аналіз асортименту та властивостей целюлозомістких текстильних виробів для яких застосовують технології прання.....	29
2 ОБ'ЄКТИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ.....	33
2.1 Характеристика об'єктів дослідження.....	33
2.2 Розрахунок параметрів видалення забруднень в ресурсоощадних технологіях прання целюлозомістких виробів.....	38 40
2.3 Визначення властивостей целюлозомістких текстильних виробів після ресурсоощадних технологій прання.....	41
2.4 Розрахунок техніко-економічних, енергетичних показників ресурсоощадних технологій прання целюлозомістких текстильних виробів	42
2.5 Методи обробки експериментальних даних.....	45
3 ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНІ ДОСЛІДЖЕННЯ РЕСУРСООЩАДНИХ ТЕХНОЛОГІЙ ПРАННЯ ЦЕЛЮЛОЗОМІСТКИХ ТЕКСТИЛЬНИХ ВИРОБІВ.....	49
3.1 Особливості ресурсоощадних технологій прання целюлозомістких текстильних виробів.....	49
3.2 Екологічна безпека технологічних параметрів ресурсоощадних технологій прання целюлозомістких текстильних виробів	64

3.3 Дослідження впливу ресурсощадних технологій прання на мийну та антиресорбційну здатність	72
3.4 Аналіз впливу ресурсощадних технологій прання на експлуатаційні властивості целюлозомістких текстильних виробів	74
3.5 Розрахунок енергетичних та експлуатаційних показників застосування ресурсощадних технологій прання целюлозомістких текстильних виробів.....	80
ВИСНОВКИ.....	84
ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ.....	86
ДОДАТОК А.....	92

СКОРОЧЕННЯ ТА УМОВНІ ПОЗНАКИ

ТДР – текстильно-допоміжна речовина;

ПАР – поверхнево-активна речовина;

АПАР – аніоноактивна поверхнево-активна речовина;

НПАР – неіоногенна поверхнево-активна речовина;

МЗ – мийна здатність;

АР – антиресорбційна здатність;

МВ – модуль ванни;

ВТО – волого-теплова обробка

ВСТУП

Кожного року у світі текстильна промисловість пришвидшує темпи зростання. З 2000 року світова текстильна галузь збільшилася вдвічі, а споживач став купувати на 60 % більше одягу [1, 2]. При цьому, носить його у два рази коротший термін. Так, у 2015 році покупці придбали текстильних виробів на 62 млн. доларів США. Очікується, що у 2030 році ця цифра сягне 102 млн. доларів США. При цьому, у 2015 році світове виробництво характеризувалось збільшенням обсягу поліестерних (45 %) і целюлозних (48 %) текстильних матеріалів, що складало близько 65 млн тонн. Експерти прогнозують постійне зростання глобального попиту на ці волокна, очікується близько 90 млн. тонн. Для їхнього виробництва потрібно буде на 35 % більше енергетичних ресурсів та на 50 % більше води.

У 2016 році експерти оцінили вартість світової текстильної промисловості у три трильйони доларів США, що складало 4 % від світового валового продукту [3]. Очікується, що рівень доходу галузі зросте на 11 % до 2025 року.

При створенні текстильних виробів світові бренди, в умовах жорсткої конкуренції, керуються принципами виробництва комфортного, якісного одягу з додатковими властивостями. Це в свою чергу потребує ретельного вибору технологій прання таких виробів.

Все більше фахівців з різних галузей зазначають [4, 5], що сучасна текстильна промисловість має серйозні недоліки: від недотримання умов праці до перевикористання та забруднення природних ресурсів. Наприклад, текстильне виробництво, що є частиною модної галузі, продукує більше карбону діоксиду ніж авіа- та судноперевезення разом. У 2015 році текстильна промисловість використала 98 мільйонів тонн нафти (невідновлюваний ресурс). За прогнозами у 2050 році цифра сягне 300 мільйонів тонн.

Кожного року текстильна індустрія створює велику кількість відходів на 500 мільярдів доларів США. Мас-маркет компанії стимулюють споживачів

оновлювати свій гардероб чотири або і більше разів на рік. Від бренду залежить, наскільки якісним та безпечним буде текстильний виріб. Одна і та сама річ різних виробників матиме різну якість і відповідно мати різний термін експлуатації. У результаті, зайвий одяг опиняється на смітнику – так марнуються ресурси, які використано на його виробництво, їх переробка потребує багато часу та коштів.

Текстильні вироби, які втрачають споживні властивості, потрапляють на полігони з іншим сміттям, забруднюючи ґрунти та воду. Збільшення кількості текстильного сміття [6 – 8] призводить до збільшення територій сміттєзвалищ, що потребує значних фінансових витрат на їх відновлення. Подібні наслідки є на кожному етапі життєвого циклу текстильного виробу – пошук ресурсів, виробництво, транспортування, роздрібна торгівля, використання та утилізація.

Відповідно до звіту Комітету з аудиту довкілля Палати громад Великої Британії [7], для технологічного процесу виробництва однієї бавовняної сорочки та пари джинсів необхідно витратити до 20 000 л. води, що відповідає запасам прісної води центральної Азії. Слід врахувати, що процеси заключного оброблення, опорядження, транспортування також створюють додаткове екологічне навантаження на довкілля. Застосування органічних тканин не завжди покращує екологічну безпеку, оскільки на фарбування органічної бавовни витрачається більше води, ніж на фарбування поліестеру.

Крім того, частинки мікропластику потрапляють у водойми в процесі прання текстильних виробів, що стає все більшою проблемою [8, 9]. Наприклад, за один цикл прання у пральній машині може виділятися сотні тисяч таких частинок. Ці частки є мікроскопічним пластиком, вони потрапляють у водойми, де стають кормом для планктону і далі рухаються харчовим ланцюгом.

На кількість забруднень також впливає асортимент текстильних виробів, технологія прання, інтервали часу між очищенням одягу. Чим частіше очищують одяг, тим більше виділяється мікрочастинок забруднень.

Під час прання текстильних виробів експерти рекомендують [10, 11] обирати рідкі мийні засоби, низьку температуру обробки, не перевантажувати

пральні машини. Це пояснюється тим, що при застосуванні порошкоподібних мийних засобів створюється додатковий механічний вплив на текстильні волокна, який є причиною погіршення споживних властивостей і пошкодження виробів. При перевантаженні мийного барабану погіршується якість очищення виробів, існує ризик поломки обладнання.

Крім того, занадто часте прання текстильних виробів може різко скоротити термін їх експлуатації, тобто створюються сприятливі умови для накопичення текстильних відходів.

Дослідження [12, 13] свідчать, що в процесі прання відбувається не лише очищення текстильних виробів, але також змінюються споживні та експлуатаційні властивості. Таким чином, вибір ресурсощадних технологій прання текстильних виробів забезпечує збереження споживних властивостей виробів і зменшення екологічного навантаження на навколишнє середовище. Тому метою кваліфікаційної роботи є дослідження екологічної безпеки ресурсощадних технологій прання целюлозомістких текстильних виробів. Для досягнення поставленої мети необхідно виконати такі завдання:

- дослідити сучасні тенденції ресурсощадних технологій прання целюлозомістких текстильних виробів, їх вплив на довкілля та здоров'я людей;
- науково обґрунтувати та експериментально підтвердити ефективність застосування ресурсощадних технологій для прання целюлозомістких текстильних виробів.

Об'єкт дослідження – ресурсощадні технології прання.

Предмет дослідження – прання целюлозомістких текстильних виробів.

Наукова новизна результатів дослідження полягає у науково обґрунтованому аналізі ресурсощадних технологій прання целюлозомістких текстильних виробів і створенні концепції комплексного впливу параметрів хіміко-технологічних процесів прання на екологічну безпеку процесу.

Практична цінність результатів дослідження – визначено кількісні і якісні показники ефективності дії технологій прання целюлозомістких текстильних

виробів, що дозволяє покращити якість видалення забруднень з целюлозомістких текстильних виробів та екологічну безпеку прання.

Враховуючи вищевказане, аналіз ресурсощадних технологій прання целюлозомістких текстильних виробів, є актуальним і суспільно важливим завданням, що сприятиме зниженню матеріалоемності технології і собівартості послуг прання, подовженню терміну експлуатації целюлозомістких виробів, підвищенню екологічної безпеки прання.

1 ОГЛЯД ДЖЕРЕЛ НАУКОВО-ТЕХНІЧНОЇ ІНФОРМАЦІЇ РЕСУРСООЩАДНИХ ТЕХНОЛОГІЙ ПРАННЯ ЦЕЛЮЛОЗОМІСТКИХ ТЕКСТИЛЬНИХ ВИРОБІВ

1.1 Світовий досвід розвитку ресурсоощадних технологій прання

В процесі використання текстильних виробів найбільше екологічне навантаження виникає через багаторазове прання та сушіння, яке здійснюють для збереження чистоти та споживних властивостей одягу. Процес використання текстильного виробу передбачає близько 75 циклів прання та сушіння, що створює в 17 разів більше викидів CO₂, ніж весь виробничий процес від підготовки сировини до надходження у торговельні мережі [14].

Аналіз досліджень [4, 5, 7, 9] свідчить про те, що целюлозомісткі текстильні вироби та процеси їх експлуатації мають істотний вплив на навколишнє середовище, відтворення природних ресурсів, соціально-економічний розвиток суспільства в цілому.

Процес виготовлення та експлуатації целюлозомістких текстильних виробів – це значні витрати природних і трудових ресурсів, які суттєво впливають на стан довкілля та здоров'я людей. Тому у світі та в Україні значну увагу приділено екологічному використанню целюлозомістких текстильних виробів, що передбачає контроль за процесами експлуатації та утилізації речей. Для зменшення небезпечного впливу, покращення екологічної ситуації в світі запроваджують систематичне використання ресурсоощадних технологій прання целюлозомістких текстильних виробів.

Урядові та громадські організації, текстильні корпорації, науково-дослідні установи інвестують у створення інформаційно-просвітницької платформи щодо безпечного використання природних ресурсів (sustainability), розрахованої на довгострокову перспективу, або факторів, що забезпечують екологічну та соціальну безпеку виробництва та використання целюлозомістких текстильних

виробів [15, 16]. На основі аналізу розвитку текстильної промисловості можливо виділити три напрямки безпечного виробництва целюлозомістких текстильних виробів для брендів та експлуатації для споживачів:

- дбайливе використання природних та людських ресурсів (reducing);
- повторне використання готових речей (reusing та upcycling);
- переробка відходів і речей для виготовлення нових (recycling).

Відповідно до цього, мережа H&M[®] у співпраці з гонконгським інститутом одягу та текстилю фінансує дослідження, пов'язане з переробкою змішаних тканин (наприклад, бавовни-поліестеру) і створенням нових тканин та волокон [1, 2]. Нещодавно Oxfam долучилася до проекту Marks & Spencer[®] створення костюма з високоякісного вживаного кашеміру. Американська компанія Levis[®] розробила власну технологію зменшення застосування води у виробництві джинсового одягу, а також заохочує текстильних виробників до використання переробленого котону.

В Англії Комітетом з аудиту довкілля Палати громад створено рекомендації [8] щодо безпечного використання текстильних виробів. Рекомендації передбачають відрахування одного пенні з ціни кожного виробу, впровадження екологічного податку на одяг для фінансування центрів утилізації та зниження ставки ПДВ на послуги з ремонту одягу. А також впровадження нових навчальних курсів у навчальних закладах. Так, London Collage of Fashion анонсував новий курс "Fashion and Sustainability: Understanding Luxury Fashion in a Changing World", який буде розміщено на Інтернет ресурсах у відкритому доступі.

Такі рекомендації дозволяють споживачам купувати раціональніше, використовувати менше одягу, зменшуючи утворення текстильних відходів.

Для збереження експлуатаційних властивостей текстильних виробів необхідно обирати ресурсощадні технології прання, які зменшують вартість процесу очищення, витрати електроенергії та природних ресурсів одночасно [16, 17].

На основі проведених досліджень створення передумов впровадження ресурсоощадних технологій прання целюлозомістких текстильних виробів передбачає:

- зменшення використання природних ресурсів та викидів у навколишнє середовище;
- покращення екологічних та соціально-економічних показників протягом усього життєвого циклу целюлозомістких текстильних виробів.

Дослідження показали [14, 19], що 45 % текстильних виробів можливо використовувати повторно, 30 % придатні для переробки у технічний текстиль, 20 % – текстильні волокна. Лише 5 % вживаних текстильних виробів є відходами, які потребують утилізації. Продовження терміну експлуатації текстильних виробів на 9 місяців дозволяє скоротити до 30 % витрат енергії, води, викидів CO₂ в атмосферу, що сприяє збереженню природних ресурсів та здоров'я людей. Тому аналіз ресурсоощадних технологій прання целюлозомістких текстильних виробів є важливим чинником, що подовжує термін використання речей, зменшує екологічне навантаження на довкілля.

Послуги підприємств клінінгової індустрії та сервісу є соціально значущими показниками розвитку суспільства. Вони є надійним індикатором, який засвідчує рівень побутової культури і благоустрою держави, соціальний статус її громадян [20].

Перша соціальна функція підприємств клінінгової індустрії та сервісу – це надання споживачам індивідуальних, санітарно-гігієнічних і культурно-побутових послуг. Тому, основними одержувачами послуг з прання текстильних виробів є індивідуальні споживачі. Друга соціальна функція галузі – санітарно-гігієнічна обробка текстильних виробів з дезінфекцією і запобіганням будь-яких можливостей поширення через вироби інфекційних захворювань. Третя соціальна функція галузі – ліквідація наслідків природних і техногенних катастроф, терористичних актів. У системі цивільної оборони підприємства клінінгової індустрії є підрозділами знешкодження текстильних виробів: дезінфекція та

дезінсекція зараженого одягу, а також прання білизни військових підрозділів і госпіталів [21]. Слід відзначити, що підприємства клінінгової індустрії та сервісу є невід'ємною частиною сучасного міста. Через прискорення темпів життя попит на такі послуги постійно зростає. Послуги підприємств клінінгової індустрії та сервісу є широкою мережею у світі [20, 21].

Аналіз світового досвіду діяльності підприємств клінінгової індустрії та сервісу підтверджує успішне функціонування даних технологій в багатьох секторах обслуговування споживачів. У всьому світі технології прання виробів мають велику роль в забезпеченні життєдіяльності суспільства і соціально-економічному розвитку країн.

За кількістю підприємств галузі світовими лідерами є Японія, США, Італія. Одним з найбільш прибуткових напрямків в сфері клінінгової індустрії та сервісу в США, Японії і Європі є послуги мережі підприємств з очищення текстильних виробів [20]. За кордоном динамічно розвиваються підприємства в сфері обслуговування споживачів, виробнича діяльність яких базується на приватній власності. Серед них домінують малі і середні підприємства, які максимально наближені до індивідуальних клієнтів, щодо термінів та місця обслуговування, тобто знаходяться в межах локації життєдіяльності споживачів (біля дому або офісу). Також вони легко пристосовуються до коливань структури ринку. Всі побутові послуги мають соціально-орієнтований характер, їх цінність як економічного блага постійно збільшується, тому сфера побутових послуг вважається однією з основних складових сервісної сфери підприємств клінінгової індустрії та сервісу.

В Японії послуги підприємств клінінгової індустрії та сервісу почали бурхливо розвиватися з 90-х років. В основному це міні-підприємства, які належать великим національним мережам, зокрема підприємства самообслуговування [20, 21]. Кількість пунктів самообслуговування зростає з кожним роком. В даний час у великих містах в кожному спальному районі розташовано по 2 пункти обслуговування. Зазвичай це маленькі приміщення з

двома або трьома пральними машинами і однієї сушаркою. Пральні машини японського виробництва з функцією дезінфекції текстильних виробів за рахунок електроструму (вільний кисень води знищує бактерії). Всупереч очікуванням, особливого комфорту для клієнтів не передбачено. Тому японці вважають за краще очікувати на вулиці, поки відбувається прання текстильних виробів.

Однією з найбільших мереж в Японії є Матмасіао, що базується в Йокогамі, стала першопрофільною дією франчайзингу пральні. Мережа налічує понад 240 пунктів по всій Японії, за останній рік відкрито 90 нових [22]. Власники франшизи орендують невеликі приміщення та встановлюють машини, які надає Матмасіао. Основна перевага мережі полягає в тому, що немає необхідності утримувати персонал у приміщеннях, оскільки в компанії є телефонний центр, який консультує споживачів з усіх технологічних питань, включаючи швидке обслуговування та повернення коштів.

Окремий сегмент послуг з очищення одягу в Японії складають спеціальні автомати-пральні (ландромати) [21, 22]. Головними перевагами є простота монтажу обладнання, сервісного обслуговування. Обслуговувати пральні автомати потрібно у середньому 1 – 2 рази на місяць, що дозволяє власникові економити свої витрати та кошти. Он-лайн-моніторинг полегшує контроль над роботою пралень самообслуговування, підвищує ефективність обліку та обслуговування ландроматів. Використання безконтактних карт спрощує розрахунок. Подібна тенденція спостерігається в США.

Висока популярність в світі надання послуг з прання текстильних виробів споживачам в США пояснюється розвиненою мережею міні-підприємств. Головною перевагою цих підприємств є недороге, швидке та якісне надання послуг споживачам. Саме в США близько 60 років тому з'явилися міні-пральні. За ці роки режим роботи не змінився – послуги надають за принципом монетних апаратів.

В даний час у США налічується 35 000 подібних невеликих пралень, які належать в основному приватним підприємцям. Щорічно послугами пралень

користуються до 30 000000 осіб – майже 10 % населення країни. Якість пралень, в тому числі і санітарна чистота, при цьому можуть значно відрізнятись – в бідних районах пральні з брудними кошиками для білизни вважаються нормою. У великих містах сервіс набагато краще.

Сьогодні населення Італії становить 60,8 млн. осіб, в країні функціонує близько 14 000 підприємств клінінгової індустрії, що становить приблизно 4 300 осіб на одне підприємство [18, 20]. До світової кризи за забезпеченістю споживачів послугами підприємств галузі Італія тривалий час впевнено займала перше місце у світі. В Італії працюють кілька галузевих Асоціацій клінінгової індустрії та сервісу, найвідомішими з яких є Assosesso, що включає більше 1 000 членів [20], асоціація Confartigianato – налічує понад 7 000 підприємств і індивідуальних підприємців. Одне італійське підприємство очищує в середньому близько 10 000 виробів на рік і налічує в штаті до 2 осіб. Таким чином, більшість підприємств в країні – міні хімчистки-пральні (85 %), в яких працюють від 1 до 2 осіб. Директор виконує обов'язки приймача, оператора і технолога. Крім міні хімчисток-пралень в Італії є фабрики хімчистки-пральні (715), спеціалізовані підприємства з обробки шкіри (222), промислові пральні (112) та хімчистки однієї ціни (633). У торгових центрах розміщено 394 підприємства хімчистки-пральні. Всього в галузі працюють близько 30000 осіб. Слід зазначити, що наслідки світової кризи, безумовно, впливають на стан галузі в Італії [20, 21]. Проте країна продовжує залишатися в числі світових лідерів впроваджуючи ресурсощадні технології прання виробів та безпечні засоби для очищення текстильних виробів.

Італія разом з Німеччиною є одним з визнаних лідерів у виробництві професійного обладнання для технологічних процесів прання целюлозомістких виробів. Кількість підприємств клінінгової індустрії та сервісу в Німеччині за останні два десятиліття скоротилася практично вдвічі. Серед головних причин – маленька прибутковість і зниження попиту на послуги. Це перед усім пов'язано з оновленням нормативів в сфері технологій прання текстильних виробів, вимог до впровадження безпечних засобів, повільним оновленням професійного

обладнання для технологічних процесів прання [3, 10, 11, 14].

Все більшого поширення в Німеччині отримує послуга он-лайн-очищення. Замовник реєструється, отримує персональну Cleancard та оформляє замовлення в мережі Інтернет у профілі персонального облікового запису, вибираючи час оформлення, отримання замовлення, відстежуючи терміни виконання. При цьому замовник може відстежувати дисконтні дні на окремі види послуг (наприклад – завтра знижка на прання сорочок). Таким чином можливо очистити більше текстильних виробів за мінімальну суму [20, 21]. Оплата також може проводитися електронним способом.

Основною рушійною силою розвитку сектора послуг підприємств клінінгової індустрії та сервісу в Німеччині є текстильний сервіс (орендний текстиль), що потребує додаткового використання технологій прання виробів відповідно до асортименту. Обороти текстильного сервісу за три роки зріс з 2,7 до майже 3,0 млн. євро. Також спостерігається тенденція поглинання малих і середніх підприємств великими мережевими корпораціями: компанії стають більше, мають краще управління ресурсами і сервісними послугами [2, 20].

В Канаді в даний час послуги очищення виробів надають 2 400 підприємств (у 2012 році було 3 500). Найбільше підприємств розміщено в провінціях Онтаріо (1 040) і Квебек (680). У Британській Колумбії таких підприємств 250, в провінції Альберта 220, в атлантичних провінціях 90. Підприємства клінінгової індустрії та сервісу в Канаді в останні роки збільшують частку очищення виробів у водному середовищі по відношенню до чищення в органічних та альтернативних розчинниках [18, 20, 21].

Населення Нідерландів становить 17 млн. осіб, функціонує 330 підприємств і 3 500 приймальних пунктів. Чисельність працівників галузі становить 2 890 осіб, а річний оборот – 147 млн. євро. Як показали дослідження [20] споживчого ринку країни, проведені Нідерландською Асоціацією підприємств текстильної обробки (NETEX), сьогодні для того, щоб забезпечити успішну роботу свого підприємства власник компанії повинен переконати споживача в тому, що послуги прання

текстильних виробів забезпечують зручність і комфорт, відповідають звичкам способу життя.

В Англії пральня самообслуговування є необхідним видом сервісу для споживачів, оскільки очищувати текстильні вироби вдома взагалі не прийнято [20, 21]. Підприємства клінінгової індустрії та сервісу в Англії за принципом роботи нічим не відрізняються від американських, японських чи європейських. Сервіс для споживачів найкращий у світі – приміщення просторі, великий вибір машин і сушарок, додаткові сервісні послуги. Однак вартість послуг досить висока, причому найбільша ціна прання текстильних виробів – в Лондоні, а на периферії вартість буде нижча.

Послуги підприємств клінінгової індустрії та сервісу в Англії сегментується за наступними типами:

- Великі підприємства, що спеціалізуються на прокаті і пранні готельної білизни. Ці пральні обробляють від 200000 до 400000 одиниць текстильних виробів в тиждень, використовуючи до трьох потокових ліній прання. Найбільші пральні в цьому сегменті очищують більше 1 000000 одиниць виробів у водному середовищі в тиждень. Але таких пралень не багато. В Англії є тільки 6 підприємств, які обробляють понад 600000 одиниць текстильних виробів в тиждень.

- Підприємства, що спеціалізуються на прокаті і обробці спецодягу. Зазвичай обробляють від 60000 до 100000 одиниць текстильних виробів в тиждень, використовуючи технології прання, хімічного чищення та аквачищення.

- Підприємства сфери охорони здоров'я обробляють від 20000 до 800000 одиниць текстильних виробів в тиждень. Найбільші підприємства в цьому сегменті належать державі, міністерству охорони здоров'я, і не є комерційними проєктами.

- Середні підприємства змішаного типу – надають послуги з оренди текстильних виробів і спецодягу, але більше половини обсягу їх послуг – це прання текстильних виробів індивідуальних споживачів. Зазвичай такі

підприємства обробляють від 40000 до 150000 одиниць текстильних виробів в тиждень. Більшість таких підприємств в даний час мають хоча б одну поточкову лінію прання. Половина обсягу текстильних виробів обробляють на поточкових лініях прання, друга половина – у прально-віджимних машинах.

- Невеликі комерційні підприємства, очищують від 10000 до 35000 одиниць текстильних виробів в тиждень. Це швидко зростаючий сегмент ринку прання виробів, що розвивається за рахунок індивідуального підходу до споживачів. Зазвичай такі міні підприємства пропонують кращу якість очищення текстильних виробів і обслуговування, що, безсумнівно, дуже цінується індивідуальними споживачами. При цьому вартість послуг вища, ніж на великих підприємствах.

- Підприємства міні-готелів, будинків для людей похилого віку, шкіл-інтернатів і т.д. зазвичай обробляють від 5000 до 20000 одиниць текстильних виробів. Більшість таких пралень використовують прально-віджимні машини, а не поточкові лінії прання. Це дуже важливий сектор ринку, тому що такі підприємства залежать від якості послуг як постачальників мийних засобів, так і постачальників обладнання. Нажаль, ці підприємства не надають якісного сервісу споживачам.

Більшість підприємств клінінгової індустрії та сервісу в Англії розташовані в нових будівлях, що відповідають сучасним вимогам до надання послуг споживачам. Зазвичай це великі промислові об'єкти на околиці міста. Також часто практикують доставку текстильних виробів на великі відстані протягом ночі на спеціально обладнаному транспорті. Тому дуже часто підприємства клінінгової індустрії та сервісу розташовують недалеко від автотранспортних магістралей.

Послуги з доставки текстильних виробів індивідуальних споживачів економічно виправдані тільки у великих містах, в регіонах проживання дипломатів, а також в заможній сільській місцевості. Зазвичай, це підприємства з оборотом не більше 30000 одиниць текстильних виробів в тиждень, що зосереджені на якісному пранні виробів, певного асортименту (ділові костюми, сорочки, спецодяг, уніформа та інше). У фешенебельних, дорогих районах

Лондона та інших великих міст попит на такі послуги перевищує пропозицію, проте в заможній сільській місцевості спостерігається повільне падіння попиту на такі послуги.

За даними Державної служби статистики, у період з 2011 до 2017 року в Україні працювало 243 підприємства, що навали послуги очищення текстильних виробів (не враховуючи підприємства, розташовані на територіях Криму і Донбасу) [4, 6, 23].

В даний час в Україні функціонує понад 200 підприємств, які надають послуги з очищення текстильних виробів. На сьогодні в Україні у сфері послуг клінінгової індустрії працевлаштовано понад 2 100 працівників [4, 20]. Таким чином, в Україні припадає в середньому по одному підприємству на 175 000 осіб. Для порівняння, в країнах Східної Європи один цех підприємства клінінгової індустрії та сервісу обслуговує 50 000 осіб. Більш того, якщо в містах-мільйонниках працюють не менше 20 підприємств, то в містах з населенням від 500 000 до 1 000 000 осіб, як правило, до 10, в більшості міст з населенням до 500 000 – до 5, що свідчить про те, що ринок України ще далекий від насичення.

Ринок підприємств клінінгової індустрії та сервісу в Україні можливо умовно розділити на дві великі групи: мережі підприємств обслуговування індивідуальних споживачів і підприємства, які обслуговують державні об'єкти та приватні корпорації. Однією з найбільших компаній, що працюють в Україні, є мережа хімчисток «Unmomento» (близько 60 пунктів прийому, 80 % розташовано в м. Києві), «Блиск» (більше 60 приймальних пунктів по всій країні), «Perfetto» (13 міст України), «Американська хімчистка» (42 пункти прийому в м. Києві) і «Сіндерелла» (17 пунктів прийому в м. Києві). ТОВ «Кристал», ТОВ «Стінес», ТОВ «Струмок» та ПП «А-С-М» надають послуги очищення текстильних виробів виключно державним установам Міноборони, охорони здоров'я, Укрзалізниці [2, 20, 23]. При цьому послугами аквачищення текстильних виробів більше користуються індивідуальні споживачі, а послугами прання – підприємства, організації, корпоративні замовники.

Дослідження послуг світової мережі підприємств клінінгової індустрії та сервісу показує [18, 20], що більшість підприємств мають приватну форму власності, надають широкий спектр послуг як індивідуальним споживачам, так і корпоративним замовленням. Одним з найбільш прибуткових напрямків в сфері обслуговування споживачів в США і Європі є послуги для невеликих корпоративних замовників – салони краси, приватні клініки, спортивні клуби.

Перевага індивідуальних споживачів (до 80 %), серед клієнтів підприємств клінінгової індустрії та сервісу, пояснюється різноманіттям асортименту сучасних текстильних виробів [24, 25], складністю забруднень на них [26, 27], додатковими послугами обробки виробів [18, 20].

За даними [2, 20, 23] спостерігається зростання вимог до технологій прання виробів, що пов'язано з впровадженням жорстких регламентів до технологічних процесів очищення текстильних виробів, які регулюють відповідні нормативні документи, в тому числі міжнародні і національні стандарти. Основною метою нормативно-технічної документації є створення ресурсощадних технологій прання виробів, впровадження екологічно-безпечних професійних засобів для збереження природних ресурсів та здоров'я людей [15, 16, 28].

Сьогодні послуги підприємств клінінгової індустрії та служби сервісу розширюють спектр своїх послуг. Крім технологій прання текстильних виробів та видалення плям великі мережі пропонують клієнтам окремо послуги прасування виробів, ремонту одягу та взуття, зберігання хутряних виробів і обробку речей наночастинками срібла для продовження чистоти виробів і захисту їх від хвороботворних мікробів та вірусів [2, 20, 29].

Відносно новими напрямками розвитку галузі підприємств клінінгової індустрії та сервісу є оренда текстильних виробів (текстильний сервіс), страхування послуги, он-лайн обслуговування, вони поступово стають невід'ємною частиною даного бізнесу [2, 21].

В світі для успішного функціонування підприємств клінінгової індустрії та служби сервісу вкладають кошти в професійне обладнання, спеціальні мийні

засоби, високий рівень обслуговування споживачів. Однак, якість обслуговування споживачів в першу чергу залежить від кваліфікації технолога підприємства. Оскільки текстильні вироби бувають найрізноманітніші, завдання – вибрати оптимальні режими прання таким чином, щоб повернути виробам споживні властивості, уникнути їх псування [12, 13, 20]. Міжнародний досвід підтверджує успішне функціонування підприємств клінінгової індустрії та сервісу в багатьох секторах обслуговування споживачів. Так, наприклад, в США і Західній Європі дані технології прання широко поширені в таких сегментах, як «Пральні та хімчистки», «Фітнес», «Перукарні та салони краси», «Клінінгові послуги».

В Європі міні-підприємства, підприємства самообслуговування давно стали не просто успішним бізнесом, а вже сформували новий пласт розвитку суспільства. Про те, в Україні існує ціла низка проблем для розвитку і успішного функціонування цієї галузі у відповідності до світових вимог [20, 23]. Наприклад, в Європі одне підприємство обслуговує до 10 000 осіб. Послугами з прання текстильних виробів в Україні споживачі користуються рідко (рисунок 1.1).

Анкетування споживачів (додаток А) показує, що 60 % споживачів не користуються послугами через високу вартість, 25 % споживачів відзначають можливість пошкодження текстильних виробів, 15 % споживачів зазначають низьку якість надання послуг.

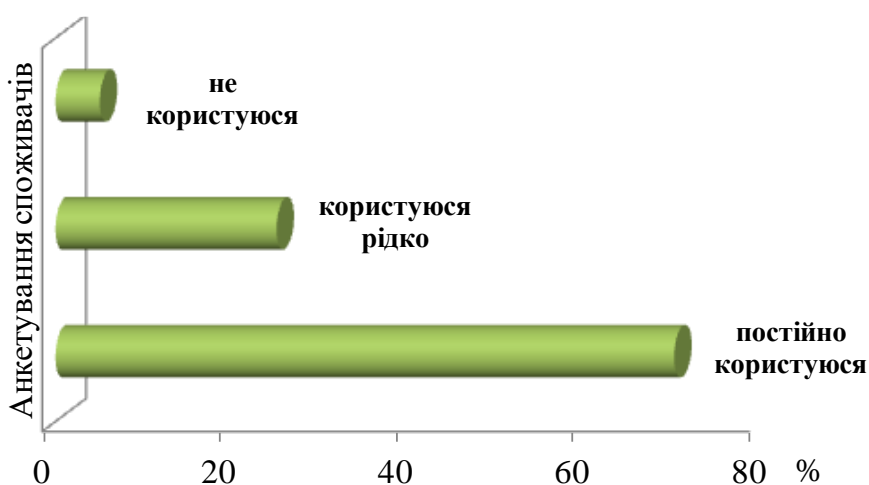


Рисунок 1.1 – Результати анкетування споживачів послуг прання текстильних виробів в Україні

Одержані результати пояснюються тим, що у 20 столітті сфері побутового обслуговування населення приділялася велика увага. В кожному обласному центрі були створені великі пральні-фабрики, а в кожному житловому кварталі міста працювали пункти прийому текстильних виробів [30, 31]. Технологічні потужності підприємств дозволяли надавати послуги до 100 000 осіб, а також різним установам – лікарням, ресторанам, їдальням та ін. Крім того, держава надавала 50 % пільги в оплаті енергоносіїв та води. Що, у свою чергу, дозволяло встановлювати мінімальні тарифи на послуги. Так, наприклад, у 1980 році вартість прання 1 кг текстильних виробів складала 20 копійок.

В даний час в Україні у більшості міст великі підприємства клінінгової індустрії та сервісу зникли взагалі. Причиною цього стало стрімке подорожчання енергоносіїв, професійних засобів і відповідно висока вартість послуг (таблиця 1.1).

Таблиця 1.1 – Вартість послуг прання деякого асортименту целюлозомістких текстильних виробів

Асортимент виробів	Вартість послуги, грн
Блуза, сорочка	від 100 до 250
Брюки	від 100 до 200
Ковдра	від 350 до 400
Комплект постільної білизни	100
Кухонний текстиль	від 60 до 300
Піжама	100
Спідниця	100
Спортивний костюм	200
Футболка/шорти	100
Халати	від 80 до 100

Слід зазначити, що вартість прання 1 кг целюлозомістких текстильних виробів в Україні складає від 7 до 15 грн залежно від асортименту виробів та технології прання [6, 23, 29].

Перспективою розвитку надання послуг прання текстильних виробів споживачам в Україні є створення мережевих міні- підприємств клінінгової індустрії та сервісу, а також встановлення ландроматів. Особливо популярним даний сегмент послуг серед молоді, студентів [30, 31].

Також важливим є комфортні умови обслуговування для клієнтів, щоби за невеликі кошти одержати якісні послуги. Варто зазначити, що клієнтом підприємства самообслуговування можуть стати клієнти, які мають автоматичну пральну машину вдома, однак великогабаритні речі (великий плед, ковдру) потребують використання професійного обладнання. За рахунок зменшення витрат на розвиток і діяльність підприємства, оплату праці персоналу, вартість послуг на підприємствах самообслуговування дешевше в 2,5 рази, і швидше (наприклад, цикл прання та сушіння займає не більше трьох годин) ніж на підприємствах клінінгової індустрії та служби сервісу.

Велика частина мережевих підприємств клінінгової індустрії та сервісу працюють в Україні на умовах франшизи, що пояснюється досить невеликими інвестиціями, необхідними для відкриття бізнесу [21 – 23]. Так, стартовий капітал для відкриття сучасної пральні становить від 50 000 до 100 доларів США. Для відкриття підприємства необхідна приміщення площею від 20 до 100 м², розташоване в місці з великою прохідністю людей. Підприємець отримує підтримку з боку компанії-франчайзера: технологічний проєкт, постачання і монтаж обладнання, консультації з ведення бізнесу, навчання персоналу. Окупність проєкту в середньому становить від 3 до 5 років при рентабельності від 25 до 30 %. У країнах Європи підприємство виходить на прибуток через 5,5 років. В Україні складно розрахувати терміни окупності, оскільки оборотні витрати, витратні матеріали у валюті. Товарообіг в гривні постійно зростає, але валютні коливання сильно впливають на фінансовий результат.

За даними Державної служби статистики [6, 20], обсяг ринку підприємств клінінгової індустрії та сервісу станом на кінець 2017 року склав 181,9 млн. грн. За підсумками 2018 року обсяг ринку склав трохи більше 146 млн. грн., при цьому в III кварталі обсяг реалізованих послуг на 10,8 млн.грн. перевищив показник II кварталу 2018 року. Незважаючи на легкість відкриття бізнесу, у 2018 році не з'явилося нових підприємств.

На жаль, своїм зростанням ринок не пов'язаний з підвищенням попиту серед споживачів. Попит в 2018 році зріс лише на 2 % в порівнянні з 2017 роком, в той час як вартість послуг збільшилася на 18 % (середній чек становить 200 грн.). Основними причинами підвищення цін учасники ринку називають девальвацію національної валюти (велику частину професійних засобів купують за кордоном), а також збільшення комунальних тарифів і орендних ставок. В результаті зростає загальна вартість технології прання текстильних виробів. Вартість буде залежати від якості виробу, характеру і розмірів плям. Наприклад, вартість технології прання сильно забруднених текстильних виробів буде дорожча на 50 %, також додаткову оплату встановлюють за комбіновані вироби (наприклад, з шкіряними і хутряними вставками, багатобарвні речі), швидкість виконання замовлення.

Через стрімке зростання інфляції, зниження купівельної спроможності споживачів і подорожчання вартості послуг протягом 2017 – 2019 років попит був досить слабким. Споживачі все більше економлять на послугах прання текстильних виробів. Відносно стабільним попит залишається у великих містах за рахунок збільшення кількості осіб з інших регіонів і загального рівня ділової активності.

Найсуттєвіше інших зменшилася категорія клієнтів юридичних осіб. Власники готелів, ресторанів, фітнес-центрів, медичних клінік відмовляються від послуг з прання виробів на підприємствах клінінгової індустрії та служби сервісу. У компаніях підраховали, що дешевше встановити свої міні-пральні, ніж оплачувати послуги спеціалізованим підприємствам.

Слід враховувати, що основні витрати власників підприємств клінінгової

індустрії та служби сервісу складають комунальні послуги та професійні засоби до 30 % від прибутку. Також в Україні сильно розвинений ринок вживаного обладнання, використання якого підвищує витратну складову на його обслуговування [23, 32]. Тому для рентабельності даних підприємств є важливим впровадження ресурсоощадних технологій прання текстильних виробів, недорогих і якісних пральних засобів [31, 33]. Крім того, додаються щоквартальні витрати на обслуговування обладнання, а також адміністративні та управлінські витрати, включаючи закупівлю матеріалів для підтримки чистоти приміщення.

Деякі галузі промисловості, як, наприклад, фармацевтична і мікроелектроніка, вимагають високих стандартів прання і дезінфекції целюлозомістких текстильних виробів з різних причин. Наприклад, щоб не допустити зараження або перенесення бактерій. Такі послуги коштують значно дорожче звичайного прання текстильних виробів [34, 35].

Особливості діяльності харчових виробництв також вимагають спеціальних умов експлуатації текстильних виробів – часта зміна і прання виробів, які відповідають суворим нормам дезінфекції.

В сфері медичних текстильних виробів відбуваються значні зміни. Білизна для операційних, серветки, якими накривають хірургічні інструменти, а також простирадла, повинні бути оброблені з дотриманням умов знезараження та дезінфекції [34, 36]. Використання разових комплектів целюлозомістких текстильних виробів медичного призначення в Україні не є поширеним, оскільки це суттєво збільшує витрати медичних закладів та потребує спеціальних умов утилізації таких виробів. Тому целюлозні текстильні вироби будуть використовуватися в медицині ще тривалий час. Це текстильні вироби виготовлені в стерильних умовах з визначеними вимогами щодо волого- і повітропроникності, які відповідають жорстким вимогам якості, що впливає на вартість виробів і умови їх прання.

За кордоном існує тенденція надання послуг з прокату текстильних виробів медичного призначення. В даний час приблизно 50 % медичних закладів уже

використовують послуги прокату текстильних виробів.

У великих компаній існує практика надання комплексу послуг з прокату спецодягу, уніформи з фіксованою місячною оплатою. Підприємство, яке надає такі послуги, як правило використовує вже існуючу в корпорації ділянку з прання текстильних виробів разом з персоналом, який відповідає за всі процеси обробки спецодягу та уніформи, включаючи підгонку за розмірами, видачу, маркування, ремонт, заміну та ін. Однак вартість послуги залишається досить високою, тому тривалий час прання буде домінуючою технологією видалення забруднень з целюлозних текстильних виробів. Впровадження послуги бактерицидної обробки, на постійній основі, надасть підприємству клінінгової індустрії та служби сервісу унікальної переваги перед іншими конкурентами і дозволить збільшити частку прибутку на 10 %.

Структура витрат підприємства клінінгової індустрії та служби сервісу значно змінюється в залежності від ефективності використання ресурсів (співвідношення перевищує 3:1 від гіршої ефективності до кращої). Тобто при раціональному виборі технологій прання текстильних виробів витрати заощаджуються втричі [20, 21]. Також залежно від типу обладнання можливо зменшити енергетичні витрати та витрати води. Економія складатиме від до 1,5 до 2 грн. на 1 кг текстильних виробів.

Витрати на професійні мийні засоби (МЗ) складають зазвичай від 2 грн. на 1 кг. прання текстильних виробів. Але цей показник також може дуже сильно варіюватися. На практиці в технологічних процесах прання текстильних виробів використовують від 3 до 15 г/л МЗ. Таким чином застосування ефективних мийних композицій сприяє оптимізації витрат вартості послуги прання текстильних виробів, зростанню рентабельності підприємства клінінгової індустрії та сервісу.

Аналіз досліджень [14, 20, 21] показує стабільну світову тенденцію переходу технологій очищення текстильних виробів в середовищі органічних розчинників до ефективного видалення забруднень з виробів у водному

середовищі. Технології хімічного чищення використовують для невеликого обсягу спецодягу – приблизно 5 %, і ця кількість знижується. В даний час сучасні технології прання сильнозабрудненого спецодягу дозволяють досягти високої якості видалення забруднень за рахунок використання професійних засобів [33, 37].

Як наведено в підрозділі 1.1, в усьому світі звертається увага до раціонального використання ресурсів [4, 20, 38, 39]: економії води, електроенергії, а також подовження терміну використання текстильних виробів. Послуги прання текстильних виробів на постійній основі коштують недорого, у порівнянні з витратами на видалення забруднень з виробів в побутових умовах. Сучасні підприємства клінінгової індустрії та сервісу створюють досить високий рівень комфорту для клієнтів. Крім прання текстильних виробів, надається широкий перелік додаткових послуг. За кордоном переважна більшість підприємств працює цілодобово, розташовуючись у підвалах багатоквартирних будинків або в безпосередній близькості від супермаркетів, тобто користуватися їх послугами може велика кількість споживачів у зручний для них час.

Таким чином, розвиток сфери послуг прання текстильних виробів в Україні має свої особливості: з одного боку активний розвиток легкої промисловості веде до зниження собівартості текстильних виробів, що спонукає споживачів до придбання нових виробів, з іншого, соціальне розшарування суспільства сприяє переходу послуг прання одягу в розряд соціально необхідних, що в кінцевому підсумку веде до посилення конкурентної боротьби між підприємствами, як всередині галузі, так і з підприємствами інших галузей. При цьому послуги прання текстильних виробів є найбільш капіталомісткими, фондомісткіткими, енерговитратними і наукоємними. Тому при виборі технологічних процесів прання текстильних виробів необхідно враховувати особливості їх асортименту, режими обробки, що дозволить забезпечити високу якість надання послуг споживачам, зберегти споживні властивості виробів, впровадження ресурсощадних технологій.

1.2 Тенденції виробництва целюлозомістких текстильних матеріалів

Постійне зростання світового виробництва целюлозомістких текстильних волокон має значний вплив на людей та навколишнє середовище [1, 4, 6]. Целюлозомісткі текстильні волокна стали невід'ємною складовою сучасного суспільства за рахунок їх широко асортименту та різноманітністю фізико-хімічних, споживних властивостей.

Сучасний асортимент текстильних виробів дуже різноманітний та багаточисельний [24, 25]. В асортименті тканин відбуваються постійні зміни. Щорічно асортимент тканин поновлюється на 20 %. Тканини, які вийшли з моди та не користуються попитом населення, знімають з виробництва, замість них виробляють тканини нових структур. Поновлення асортименту здійснюється завдяки широкому використанню целюлозомістких волокон та ниток, пряжі та ниток нових структур, нових видів опорядження тканин, поліпшення рівня їх художньо-колеристичного оформлення.

Поряд з постійним поновленням асортименту існує ряд текстильних матеріалів окремих видів, які випускаються протягом багатьох років практично без суттєвих змін структури та оформлення [24, 40].

Насамперед це натуральні текстильні волокна, які відповідають вимогам комфорту та естетичним потребам споживачів. Це класичні тканини: бавовняні: ситці, бязі, міткалі, сатини; лляні: рогожки, бортівки, полотна та інші. Бавовна, льон, коноплі, джут широко використовуються для виготовлення одягу, будівельних матеріалів, медичних пов'язок та інтер'єрів автомобілів.

Бавовна, вовна і шовк є важливими природними волокнами для виготовлення одягу, де бавовна завдяки своїм споживним властивостям та універсальному використанню займає лідируючі позиції.

Бавовна є важливим природним волокном, що виробляється на азіатському та американському континентах у США, Індії, Китаї, Туреччині, Пакистані, Бразилії тощо [41]. На сьогоднішній день бавовняні волокна найбільше

використовуються для виготовлення домашнього текстилю та одягу. Міцність, м'якість, поглинаюча здатність, здатність до фарбування та друку, комфорт, повітропроникність, гігієнічність – важливі властивості бавовни, які забезпечують постійний попит на бавовняні вироби.

Органічну бавовну вирощують без використання синтетичних хімічних речовин або пестицидів, добрив тощо. Туреччина, США та Індія – основні країни, що виробляють органічну бавовну. Органічна бавовна вирощується та переробляється в екологічному середовищі, що значно впливає на вартість таких волокон. Тому до 2025 року прогнозують тривале використання звичайних бавовняних волокон як сировини для текстильних виробів з часткою ринку 40 %. Світове виробництво целюлозомістких волокон наведено на рисунку 1.2.

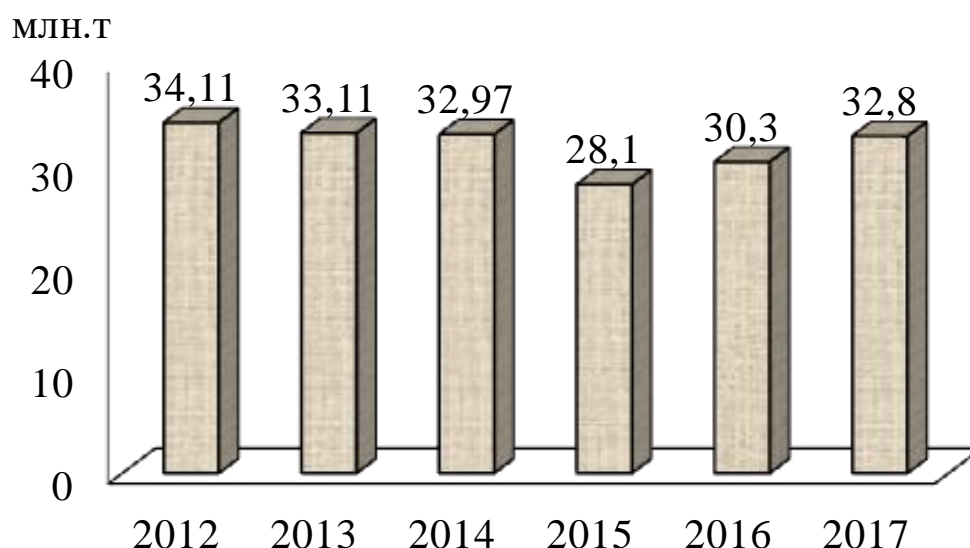


Рисунок 1.2 – Світове виробництво натуральних волокон, млн. т.

Іншими важливими природними волокнами, що використовуються у текстильних виробках, є вовна та шовк. Вовняні волокна відомі своїми теплозахисними властивостями і використовуються переважно для зимового одягу. Вовняні волокна можна відновлювати та переробляти, що підтримує їх використання в текстильній промисловості. Однак, частка ринку все ще залишається низькою і становитиме 3,7 % за обсягом з 2019 по 2025 рік.

Таким чином, широке використання природних волокон, особливо бавовни, у Китаї, Індії та США суттєво сприятиме зростанню світового ринку целюлозомістких текстильних виробів. Прогноз використання текстильних волокон в світі у 2010 – 2025 роках наведено у таблиці 1.2 [24, 41].

Таблиця 1.2 – Світовий прогноз використання текстильних волокон у 2010 – 2025 роках

Регіон (країна)	Щорічні темпи зростання, %		Співвідношення бавовна: хімічні волокна, (%)
	Хімічні волокна	Бавовняні волокна	
Північна Америка	1,7	1,5	63:37
Латинська Америка	2,4	1,6	56:44
Західна Європа	1,2	0,2	48:52
Туреччина	2,1	0,1	56:44
Середній Схід	3,7	1,4	36:64
Австралія	2,0	0,7	43:57
Південна Азія	3,0	1,5	40:60
Індія	3,3	1,6	60:40
Китай	1,9	0,1	31:69
Південна Корея	2,6	0,3	69:31
Тайвань	-2,1	2,0	73:27
Японія	-1,7	0,1	65:35
Азія	2,2	0,9	46:54
В світі	2,2	1,1	49:51

Одержані дані показують, що темпи розвитку асортименту хімічних волокон продовжать залишатись нижчими, ніж бавовнику, за виключенням країн Західної Європи, Середнього Сходу, Південної Азії, Австралії, Китаю, хоча до

2025 року при прогнозованих темпах зростання це співвідношення в світовому масштабі помітно вирівнюється і становить 49:51 відповідно.

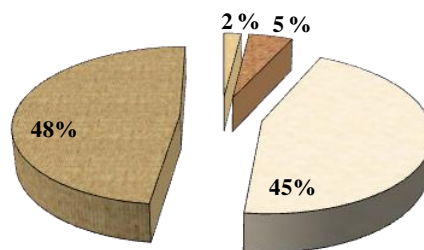
Слід зазначити, що виробництво целюлозомістких тканин постійно зростає. Частка імпортного товару на українському ринку тканин за даними Держкомстату [6, 24] складає близько 80 %. Провідні країни-експортери – Китай, Туреччина, Італія, Німеччина, Голландія, Англія, Корея, Індія. Сегментація виробництва текстильних виробів у світі наведена на рисунку 1.3.



Рисунок 1.3 – Сегментація виробництва текстильних виробів у світі

Як видно з рисунку 1.3, велика кількість текстильних виробів, які виготовляються у світі це одяг різного асортименту, що становить понад 65 % ринку текстильних виробів. Також перші три сектори світового текстильного ринку складають технічний та домашній текстиль. Збільшення міського населення із зростанням наявного доходу є основним джерелом високого зростання споживання одягу.

На сьогодні целюлозомісткі тканини широко використовують у текстильній промисловості і мають найбільший попит серед споживачів (рисунок 1.4).



■ – бавовняні, ■ – хімічні, ■ – вовняні, ■ – лляні

Рисунок 1.4 – Використання волокон у світі

Перевага використання целюлозомістких текстильних виробів в світі пов'язана з широким асортиментом а також їх високими гігієнічними, фізико-хімічними властивостями [40, 41].

1.3 Аналіз асортименту та властивостей целюлозомістких текстильних виробів для яких застосовують технології прання

Целюлозомісткі текстильні вироби – це важлива частина щоденного життя споживачів, які створюють комфорт та захист від зовнішніх впливів. Бавовна – текстильне волокно рослинного походження, містить від 85 до 90 % целюлози. Природний колір бавовняного волокна – білий або кремовий, блиск відсутній. На дотик волокна м'які, теплі. Механічні властивості: середня міцність від 24 до 36 сН/текс; низькі видовження (від 7 до 8 % – у сухому стані; від 8 до 10 % – у вологому стані), невисока пружність та стійкість до стирання. У вологому стані міцність зростає від 15 до 20 %.

Фізичні властивості: середня гігроскопічність – 8 % при нормальних атмосферних умовах; високі показники набухання (об'єм збільшується від 40 до 45 %), стійкості до нагрівання (теплостійкість до 140°C), світлостійкості.

Хімічні властивості: висока хемостійкість. Луги, навіть концентровані, навпаки, поліпшують властивості бавовни. Наприклад, короткочасна обробка волокон бавовни 20 % розчином натрію гідроксиду – мерсеризація, змінює структуру волокна, збільшує його міцність, м'якість, надає блиск та

шовковистість. Концентровані кислоти погіршують властивості, руйнують бавовняні волокна.

Текстильні вироби з бавовни добре очищуються у водному середовищі, у тому числі при високих температурах. Бавовняні тканини стійкі до мийних засобів, гігієнічні, оскільки добре пропускають повітря. Бавовна легко вбирає вологу, не викликає алергічних реакцій, вберігає тіло від перегріву. Але такі тканини сильно зминаються, погано відпрасовуються і зовсім не еластичні. Тому бавовняним тканинам надають додаткового опорядження та використовують у сумішах з іншими волокнами (натуральними, синтетичними, штучними). Вони можуть виглядати шовковистим і елегантно постарілими, шорсткими і абсолютно гладкими, навіть слизькими, можуть злегка розтягуватися. Найчастіше бавовняні волокна поєднують з еластаном, шовком, льоном, поліестером [40, 42].

Використовують бавовняні волокна для виготовлення тканин різного призначення: білизняних, сорочкових, для суконь, костюмів; трикотажу білизняного та верхнього; швейних ниток, галантерейних виробів та в технічних цілях.

Згідно зі стандартною класифікацією (ДСТУ 3047-95) бавовняні тканини за видом використаної сировини поділяють на бавовняні тканини та ткани поштучні вироби, які виготовляються з бавовняної пряжі; змішані бавовняні тканини, що виготовляються з бавовняної пряжі, одержаної з бавовни різним способом прядіння, в поєднанні з іншими волокнами, одержані з бавовняної пряжі комбінуванням з іншими видами ниток [42]. У змішаних бавовняних тканинах масова частка бавовняних волокон повинна бути не меншою 50 %. За призначенням бавовняні тканини поділяють на побутові, технічні та спеціальні. До побутових тканин належать білизняні, платтяно-сорочкові, костюмно-пальтові, підкладкові, меблево-декоративні, тикові. В окрему групу виділені ткани поштучні вироби різного призначення. В Україні бавовняні тканини виробляють на Тернопільському ВАТ «Текстерно», трикотажні полотна на Рівненському ТОВ «Т- Стил» [40, 42].

Використовують також змішану пряжу (бавовняно-віскозну, бавовняно-поліестерну та інші), а також різні за будовою штучні та синтетичні нитки. Більшу частину бавовняних тканин виробляють із застосуванням хімічних волокон – віскози, поліестеру та ін. Віскозні волокна забезпечують бавовняним тканинам м'якість, шовковистість, підвищену драпірувальність, високі гігієнічні властивості, хоч дещо знижується їх стійкість до водних обробок. Високомодульне волокно сиблону (25 %, 33 %, 45 %) використовують для платтяно-сорочкових, білизняних тканин. При цьому зберігаються всі властивості бавовняних тканин, окрім цього, тканина стає м'якою, шовковистою, краще фарбується. Поширеними серед споживачів є сумішеві тканини бавони із поліестерними волокнами (25 %, 33 %, 45 %), які менше змінюють лінійні розміри в процесі прання, хоча мають дещо занижені показники гігієнічних властивостей.

Залежно від призначення тканини виробляють різної щільності (відносна щільність від 40 до 100 %) і різної поверхневої густини (від 22 до 815 г/м²). Ширина тканини від 60 до 220 см. Бавовняні тканини характеризуються різноманітністю ткацького переплетення, забарвлення, способом обробки [24, 29, 40]. За способом виробництва та основної обробки бавовняні тканини бувають: вибілені, гладкофарбовані, вибивні, пістрявоткані, меланжеві та меланжево-пістявоткані.

Білизняні тканини застосовують для пошиття постільної, столової, натільної білизни, спецодягу для медичних працівників, працівників підприємств громадського харчування. Білизняні тканини повинні мати високий ступінь білизни, міцне забарвлення, високу гігроскопічність, паро- та повітропроникність, гладку поверхню, не містити шкідливих для здоров'я людини речовин.

Платтяно-сорочкові тканини за будовою, волокнистим складом, характером обробки та властивостями дуже різноманітні і становлять найбільшу частину в асортименті бавовняних [40 – 42]. Їх виготовлять з бавовняної або змішаної (бавовняно-віскозної, бавовняно-поліефірної та ін.) пряжі, іноді використовують віскозні комплексні нитки. За способом обробки вони бувають вибіленими,

гладкофарбованими, вибивними, пістрявотканими, меланжевими. Асортимент платтяно-сорочкових тканин постійно змінюється за рахунок їх колористичного оформлення, а також широкою використання спеціальних обробок (малозсідальної, малозминальної, водо-, брудо-, жировідштовхувальної та ін.).

Для кожного виду текстильних виробів підбирають тканини з необхідними властивостями. Наприклад, для виготовлення спортивного одягу, спальних мішків, наметів використовують целюлозомісткі тканини з максимальними водовідштовхувальними властивостями. Для меблевих тканин використовують формостійкі, зносостійкі матеріали. Таким чином, целюлозомісткі волокна у тканинах забезпечують гігієнічні якості виробів. Сумішеві тканини в більшості випадків виробляють з сумішевої пряжі – крученої, вони характеризуються високою стійкістю до зносу та забруднення, мінімальною зміною лінійних розмірів при пранні. В порівнянні з іншими видами тканини сумішеві вироби мають низку переваг. Перш за все, це довговічність виробів, їх висока міцність. Ще однією перевагою є однорідність тканини, естетичні показники. Особлива міцність такого матеріалу досягається шляхом застосування техніки саржевого плетіння. Зрозуміло, що синтетичні волокна в складі натуральної тканини дещо знижують її гігієнічні властивості. Однак це компенсується деякими перевагами поєднання синтетичних і натуральних тканин, наприклад, бавовна-поліестер. Тому з сумішевих тканин бавовна-поліестер виготовляють більшість всіх текстильних виробів, якими щодня користуються споживачі. Це плащі, блузки, сукні, білизна, костюми, спортивний одяг, аксесуари та ін.

Дослідження показують [42 – 44], що найпоширенішим матеріалом для виготовлення широкого асортименту целюлозомістких текстильних виробів в різних галузях промисловості є бавовна, поліестер та їх суміші.

Підприємства сфери охорони здоров'я порівну використовують текстильні вироби як з бавовни, так сумішеві з бавовни / поліестеру. Приватні клініки також використовують бавовняні і сумішеві (бавовна/поліестер) текстильні вироби. Прогнозується повернення до застосування 100 % бавовняних текстильних

виробів, однак поки не спостерігається явних ознак такої тенденції [36, 40].

Кращі готельно-ресторанні комплекси використовують серветки і скатертини з бавовни, а також світлофарбовані сумішеві матеріали з бавовни/поліестеру. [42, 44].

Спецодяг харчових виробництв в основному виготовлено з білих целюлозо містких тканин (поліестер / бавовна), хоча до цього часу використовують багато спецодягу з чистої бавовни. На більшості підприємств різних галузей промисловості використовують спецодяг з сумішевих тканин (поліестер / бавовна), а у важкій промисловості практично весь спецодяг з 100 % бавовни.

Волокнистий склад тканини слід враховувати під час моделювання, конструювання, крою та пошиття всіх швейних виробів. Від волокнистого складу тканин залежать їх зовнішній вигляд, пружність, опір різанню, обсипальність, розтяжність, здатність спрасовуватись і розпрасовуватись, вибір волого-теплової обробки (ВТО). Оскільки, природні та хімічні волокна мають неоднакові властивості, тому їх використовують для виробництва тканин і текстильних виробів різного призначення, з оптимальним поєднанням фізико-хімічних властивостей різноманітних волокон. Наприклад, для літніх платтяних тканин використовують бавовняні, віскозні волокна, які мають високу гігроскопічність, теплопровідність, стійкість до прання.

Для забезпечення чистоти одягу, збереження споживних властивостей целюлозомістких текстильних виробів застосовують професійні засоби, ресурсощадні технології прання, супутні послуги сервісу підприємств клінінгової індустрії.

2 ОБ'ЄКТИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ

Завдання кваліфікаційної роботи вирішувалися з використанням традиційних і сучасних теоретичних та експериментальних методів дослідження, а також методик визначених державними стандартами.

2.1 Характеристика об'єктів дослідження

Дослідження ефективності ресурсощадних технологій прання проведено на зразках целюлозомістких тканин китайського виробництва з бавовни, віскози та поліестеру, які представлені на ринку України. Вироби з таких тканин складають найбільший асортимент сучасних текстильних виробів [41, 42]. В дослідженнях тканину використано в підготовленому вигляді – відварену і вибілену. Характеристика тканин наведена в таблиці 2.1.

Таблиця 2.1 – Характеристика целюлозомістких тканин

Найменування тканини	Ширина, см	Основа, піткання		Переплетення	Поверхнева густина, г/м ²
		текс	хімічний склад		
Тканина 1 100 % бавовна	150±5	30	C ₆ H ₁₀ O ₅	полотняне	180
Тканина 2 80 % бавовна, 20 % поліестер	150±2	30	80 % C ₆ H ₁₀ O ₅ , 20 % (C ₁₀ H ₈ O ₄) _n	полотняне	220
Тканина 3 100 % віскоза	150±2	30	C ₆ H ₁₀ O ₅	полотняне	220

Аналіз впливу ресурсоощадних технологій прання на екологічну безпеку целюлозомістких виробів проводили за різними технологічними параметрами процесу. Модуль ванни, тривалість обробки, температуру для прання дослідних зразків целюлозомістких текстильних виробів наведено у таблиці 2.2.

Таблиця 2.2 – Технологічні параметри прання целюлозомістких зразків тканин

Модуль ванни	Тривалість миття, хв	Температура, °С	Параметри віджиму, об/хв
8, 10, 12	2, 5, 8	20, 30, 40	400, 700, 1000

Після миття зразки підсушували при кімнатній температурі, далі витримували у сушильній шафі при температурі 60 °С протягом 30 хв.

Для ресурсоощадної технології прання целюлозомістких текстильних виробів використано гель для прання DeLaMark Universal вітчизняного виробництва, торгової марки DeLaMark (м. Київ). Характеристику гелю для прання наведено в таблиці 2.3.

Таблиця 2.3 – Характеристики гелю для прання DeLaMark Universal

Хімічний склад	Зовнішній вигляд	Призначення	Вартість 1 л, грн
Натрію карбонат, сіль кухонна харчова, кисневий відбілювач, АПАР, мило на основі натуральних компонентів, натрію силікат, НПАР, комплексоутворювач, антиресорбент, піногасник	Безбарвний прозорий гель 	Для екологічного ручного та автоматичного прання всіх видів текстильних виробів	від 150 до 210

2.2 Розрахунок параметрів видалення забруднень в ресурсощадних технологіях прання целюлозомістких виробів

Розрахунок параметрів мийної здатності проведено оптичним методом, який базується на вимірюванні коефіцієнтів відбиття від вихідних, забруднених та оброблених у розчинах композицій зразках тканин. Для вимірювань коефіцієнтів відбиття використано прилад ФОУ – 42 [45, 46].

Для підготовки забруднених зразків текстильних матеріалів вирізали зразки тканини розміром 5 см × 30 см, після чого піддавали їх обробці комплексним забрудненням, що містить сажу і жирові речовини. Тривалість обробки зразків тканини складала 10 хвилин при перемішуванні. Після чого забруднені зразки віджимали між шарами фільтрувального паперу, підсушували при кімнатній температурі, потім поміщали до сушильної шафи на 1 год. при температурі 60°C.

За рівнянням Кубелки – Мунка визначено мийну здатність (МЗ, %)

$$MЗ = \frac{(K/S)_3 - (K/S)_{вдл}}{(K/S)_3 - (K/S)_0}, \quad (2.1)$$

$$K/S = \frac{(1-R)^2}{2R}, \quad (2.2)$$

де R – інтенсивність відбиття монохроматичного світла від зразків;

K – коефіцієнт відбиття;

s – коефіцієнт розсіювання світла;

Індекси: 3 – брудний зразок тканини до прання; М – очищений зразок тканини після забруднення, 0 – вихідний, чистий зразок.

– за рівнянням Д. Жужки визначено залишкове забруднення ($Z_{зал.}$, %):

$$Z_{зал} = \frac{R_0 - R_{вдл}}{R_0} \cdot 100 \%, \quad (2.3)$$

де R_0 – інтенсивність відбиття монохроматичного світла від вихідних (чистих) зразків тканин;

R_3 – інтенсивність відбиття монохроматичного світла від брудних зразків тканин;

$R_{ВД}$ – інтенсивність відбиття монохроматичного світла від очищених зразків тканин.

Антиресорбційну здатність (AP , %) – визначено вимірюванням інтенсивності відбитого світла від чистої тканини і від зразка тканини після прання. AP розраховано за формулою[46] :

$$AP = \frac{R_0 - R_{ВД}}{R_0} \cdot 100 \%, \quad (2.4)$$

де R_0 – коефіцієнт відбиття світла від вихідного (чистого) зразка тканини;

$R_{ВД}$ – коефіцієнт відбиття світла від зразка тканини після прання.

2.3 Визначення властивостей целюлозомістких текстильних виробів після ресурсощадних технологій прання

Зміну лінійних розмірів (зсідання U , %) целюлозомістких тканин визначено за ДСТУ ISO 5077-2001 [47].

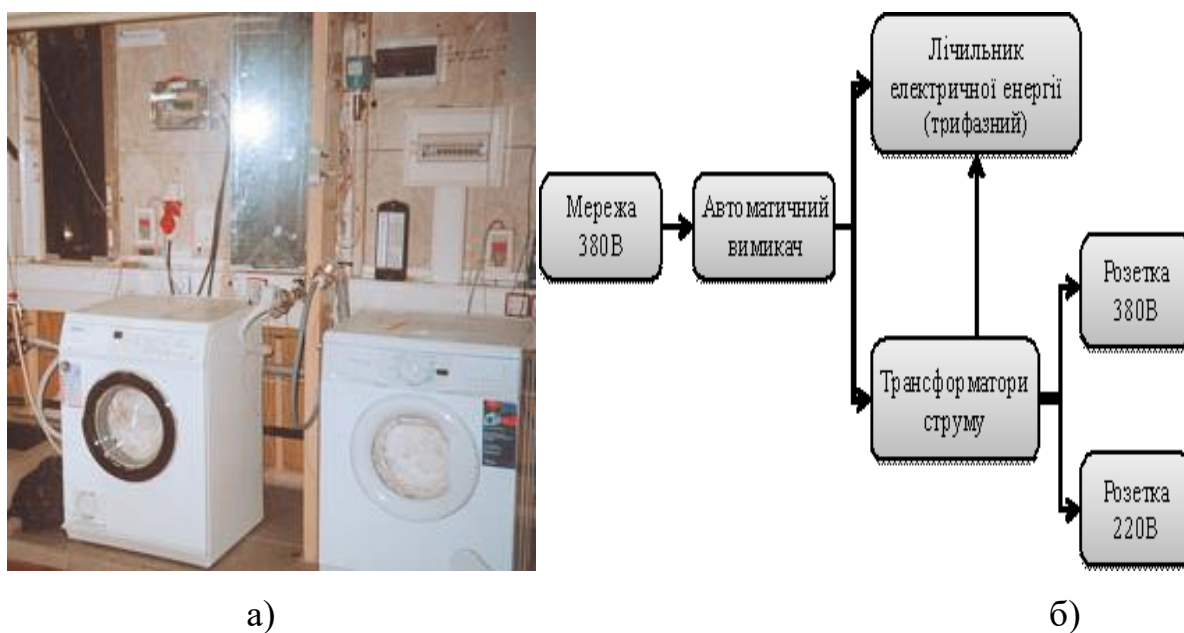
Оцінку зміни механічних властивостей целюлозомістких текстильних матеріалів здійснено за показниками розривального навантаження P_p , H та видовження на момент розриву l_p за стандартними методиками ДСТУ ISO 13938-1 :2007, ДСТУ ISO 13938-2:2007 [48, 49].

Для визначення стійкості зразків целюлозомістких тканин до стирання використовували характеристику довговічності – число циклів стирання до утворення дірок [50, 51] на приладі ІТ-3М-1 ДСТУ ISO 4312. Після зупинки приладу записували кількість циклів обертання, при якому відбулося руйнування поверхні тканини.

2.4 Розрахунок техніко-економічних, енергетичних показників ресурсощадних технологій прання целюлозо містких текстильних виробів

З метою дослідження енергетичних показників сучасного обладнання застосовано експериментальний стенд для визначення необхідних параметрів технологічного процесу прання целюлозомістких текстильних виробів. Експериментальний стенд для дослідження складається з трифазного електричного лічильника, трансформатора струму, автоматичного вимикача, трифазної та однофазної розеток. Структурна схема стенду зображена на рисунку 2.1.

На схемі показано: автоматичний вимикач, трифазний електричний лічильник ET2B5E8ULRT – ЕЛВИН, три трансформатори струму із коефіцієнтом трансформації 4, одну трифазну розетку та одну однофазну.



а – загальний вигляд; б – схема стенду

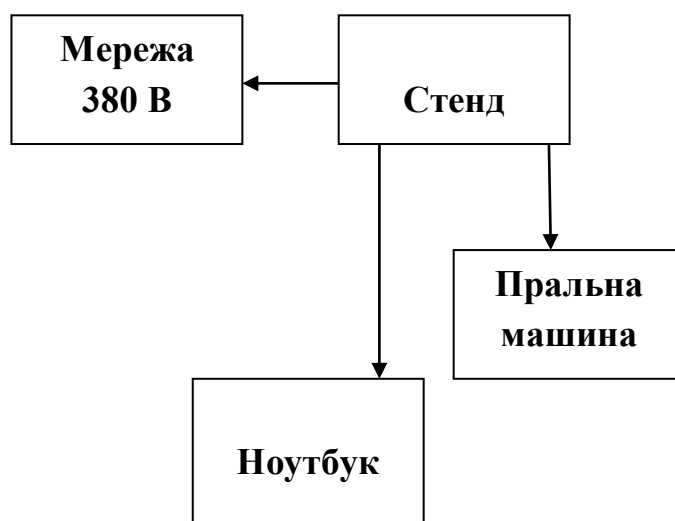
Рисунок 2.1 – Зображення та структурна схема стенду для дослідження енергетичних показників обладнання

Стенд для дослідження енергетичних показників обладнання працює від трифазної електричної мережі, далі увімкнувши автоматичні вимикачі напруга надходить на трансформатори струму з коефіцієнтом трансформації 4, лічильник та розетки – трифазну та однофазну.

Структурна схема дослідження експлуатаційних показників ресурсощадних технологій прання целюлозомістких текстильних виробів представлена на рисунку 2.2.



а)



б)

а – загальний вигляд; б – схема стенду

Рисунок 2.2 – Зображення та структурна схема визначення експлуатаційних показників обладнання

Структурна схема для дослідження складається з наступних елементів:

– стенд;

- ноутбук;
- пральна машина.

Для визначення енергетичних показників дослідні зразки текстильних матеріалів завантажують в барабан пральної машини. Машину вмикають в однофазну розетку стенду, а стенд в свою чергу вмикають в трифазну розетку, таким чином машина під'єднана до електричної мережі. Увімкнувши кнопку “Живлення” на панелі керування пральної машини обирають технологічні параметри режиму прання целюлозомістких текстильних виробів: тривалість, температура, віджим, додаткове полоскання або попереднє прання, або відкладають режим прання на певний час.

Для обліку експериментальних даних зі стенду потрібно до ноутбука приєднати через порт RS232 пару оптичних датчиків. Оптипару під'єднують до трифазного електричного лічильника у відповідному місці, що вказане на лічильнику. Облік даних здійснюють за допомогою спеціального програмного забезпечення. Відкривши головне вікно програми EDR знаходять файл, що попередньо створений у форматі .txt, у який записують потрібні параметри, та всі необхідні дані. Вказавши шлях, натискаємо кнопку “Застосувати” та переходимо у розділ “Порт”, де вказано до якого саме порту під'єднана оптипара, а потім у сусідньому списку обирають його назву “USB Оптипорт (CP210x)” та натискають “Застосувати”. Вказавши усі необхідні дані, здійснюють облік необхідних енергетичних параметрів пральної машини (потужність, кВт, кількість електроенергії, кВт·год.), при певному режимі прання.

Економічну ефективність ресурсощадних технологій [20, 52, 53] прання целюлозомістких текстильних виробів розраховано у порівнянні з типовими технологіями, які застосовують на підприємствах клінінгової індустрії та служби сервісу в Україні.

2.5 Методи обробки експериментальних даних

Експериментальні дані оброблено відповідно методів математичної статистики з використанням програм Windows 10, Microsoft Office Excel 2010, MathCAD, Matlab.

З метою математичного опису залежностей технологічних параметрів ресурсоощадного процесу прання целюлозомістких текстильних виробів і раціонального проведення досліджень застосовано метод планування експериментів – план другого порядку Хартлі [54]. Математичний опис технологічного процесу прання здійснено за допомогою регресійної моделі у вигляді квадратичного полінома:

$$\varphi(x) = \beta_0 + \sum_{i=1}^n \beta_i x_i + \sum_{i=1}^n \beta_{ii} x_i^2 + \sum_{i=1}^{n-1} \sum_{j=i+1}^n \beta_{ij} x_i x_j \quad (2.5)$$

де $\varphi(x)$ – функція відгуку (вихідна змінна);

$\beta_0, \beta_i, \beta_{ii}, \beta_{ij}$ – коефіцієнти рівняння регресії;

x_i, x_j – незалежні змінні величини (фактори).

Коефіцієнти регресії, представлені у вигляді векторного стовпчика β , розраховуються із матричного рівняння:

$$(F^T F) \beta = (F^T Y) \quad (2.6)$$

де F – матриця планування експерименту;

F^T – трансформована матриця;

$(F^T F) = \Phi$ – інформаційна матриця Фішера;

Y – вектор – стовпчик результатів експериментів.

Блок–схему оптимізації параметрів (концентрація розчину, г/л., модуль ванни, температура $^{\circ}\text{C}$, тривалість обробки, хв., віджим, об/хв.) ресурсоощадної технології прання целюлозомістких текстильних виробів наведено на рисунку 2.3.

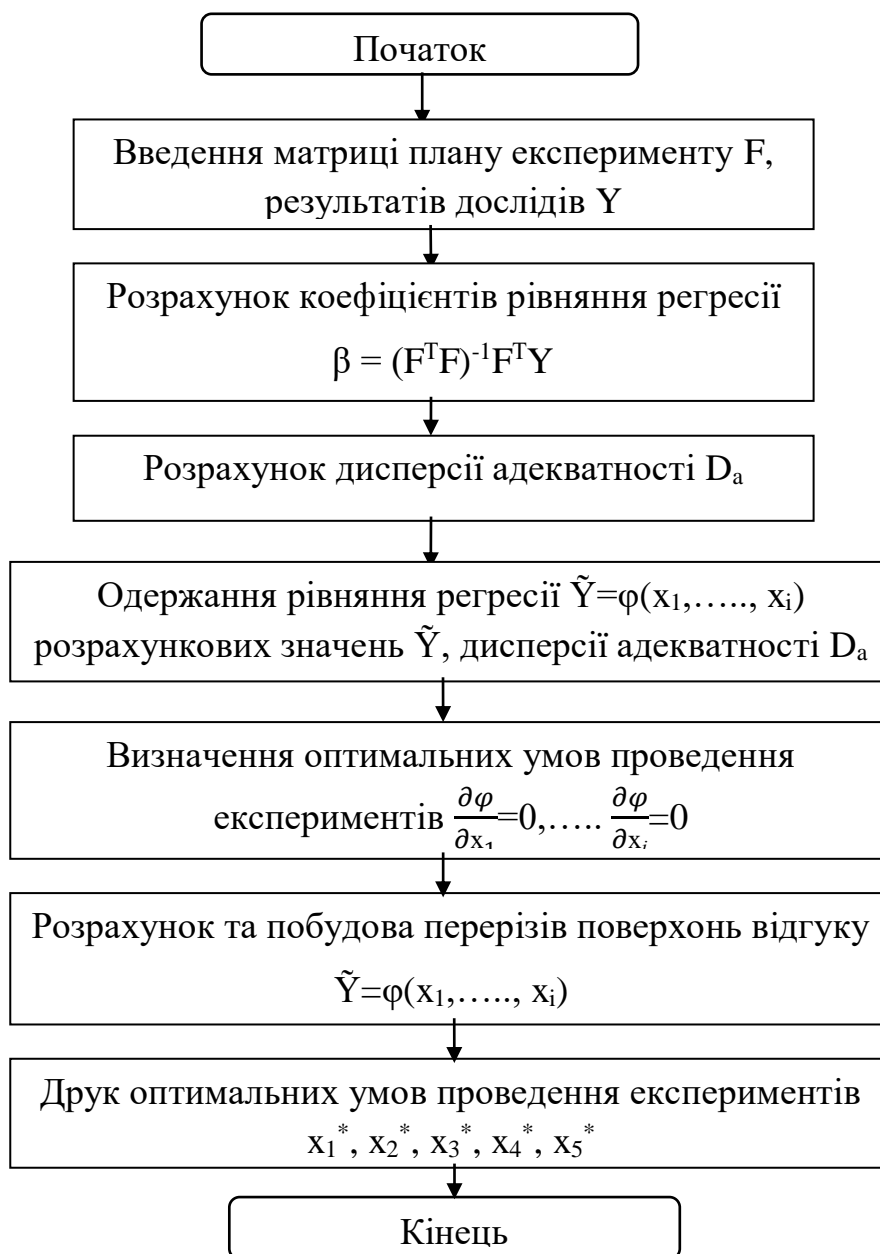


Рисунок 2.3 – Блок–схема оптимізації параметрів ресурсоощадної технології прання целюлозомістких текстильних виробів

Статистичну обробку експериментальних даних проведено на основі кореляційно-регресійного аналізу, який передбачає розрахунок точкових і інтервальних оцінок результатів дослідження [54].

З метою оцінки достовірності експериментальних даних, перевірки рівності середніх значень одержаних у двох вибірках використано критерій Стюдента (t-критерій). Для цього спочатку розраховують середнє арифметичне вимірюваної величини \bar{X} :

$$\bar{X} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n} \quad (2.7)$$

де x_i – вимірюване значення;

n – кількість вимірювань.

Потім визначають стандартне відхилення σ (середньоквадратичну похибку середнього значення вимірюваної величини на вказаних рівнях):

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{X})^2}{n-1}} \quad (2.8)$$

Довірчий інтервал для істинного значення (X) визначають за формулою 2.9:

$$\bar{X} - \Delta X \leq X \leq \bar{X} + \Delta X \quad (2.9)$$

де ΔX – допустиме відхилення середнього арифметичного \bar{X} від істинного значення X .

ΔX розраховують за формулою 2.10:

$$\Delta X = \pm \frac{t \cdot S}{\sqrt{n}} \quad (2.10)$$

де t – критерій Ст'юдента, який залежить від кількості дослідів і довірчої ймовірності.

Перевірку адекватності отриманої регресійної моделі проведено за допомогою критерію Фішера. Розрахункове значення критерію Фішера визначається як відношення більшої дисперсії S_1^2 до меншої S_2^2 :

$$F_P = \frac{S_1^2}{S_2^2}, \quad S_1^2 \geq S_2^2 \quad (2.11)$$

Розрахункове значення критерію Фішера (F_P) порівнюється з табличним (критичним) значенням F_{KP} , взятим для обраного рівня значущості α і відповідних ступенів вільності $f_1 = n_1 - 1$ та $f_2 = n_2 - 1$. Якщо розрахункове значення критерію менше критичного: $F_P \leq F_{KP}$, то це означає, що дисперсії відрізняються незначно,

тобто вони однорідні, а відповідні фактори вважають незначимими. Якщо дисперсійне співвідношення більше табличного, то вплив фактору вважають значимим.

Для визначення однорідності дисперсій застосовано критерій Кохрена. При цьому серед розглянутих дисперсій S_1, S_2, \dots, S_i вибирається максимальна S_{max} , яка ділиться на суму всіх дисперсій $\sum_{i=1}^n S_i^2$:

$$G_P = \frac{S_{max}^2}{\sum_{i=1}^n S_i^2} \quad (2.12)$$

де n – кількість дисперсій, які порівнюють.

Критичне значення ($G_{кр}$) знаходять з таблиць для рівня значущості α і ступенів вільності $f_{max}=n-1$ і $f_{\Sigma}=n$. Дисперсії є однорідними, якщо розрахункове значення критерію не перевищує табличного $G_P \leq G_{кр}$.

Методикою статистичної обробки експериментальних даних передбачано математичний опис істинного значення досліджуваного показника при значенні довірчої вірогідності $\alpha = 95\%$. Кількість дослідів визначено таким чином, щоб довірчий інтервал знаходився в межах від 2 до 3% від середнього значення.

3 ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНІ ДОСЛІДЖЕННЯ РЕСУРСООЩАДНИХ ТЕХНОЛОГІЙ ПРАННЯ ЦЕЛЮЛОЗОМІСТКИХ ТЕКСТИЛЬНИХ ВИРОБІВ

3.1 Особливості ресурсоощадних технологій прання целюлозомістких текстильних виробів

В даний час якісне прання целюлозомістких текстильних матеріалів та виробів з них досягається за рахунок використання ресурсоощадних технологій. Для видалення забруднень з текстильних виробів використовують послідовні технологічні процеси волого-теплової обробки, основними з яких є (рисунок 3.1): очищення, віджимання (механічне зневоднення), висушування (теплове зневоднення) і прасування [30, 31].



Рисунок 3.1 – Типова схема технологічного процесу прання целюлозомістких текстильних виробів

При цьому прання целюлозомістких текстильних виробів є основною операцією в технологічному циклі, що відновлює фізико-гігієнічні властивості тканини. Отже, виробничий цикл прання целюлозомістких текстильних виробів складається з ряду послідовних і паралельно-послідовних операцій. Як видно з рисунку 3.1, основними операціями технологічного процесу прання целюлозомістких текстильних виробів у водному середовищі є приймання та маркування виробів, сортування, прання, віджимання, сушіння, прасування, підбір та видача виробів.

Приймання білизни від споживачів (індивідуальне) і організацій (масове) відбувається окремо. Індивідуальне приймання целюлозомістких текстильних виробів здійснюється на приймальних пунктах та вдома у споживачів. При прийманні целюлозомістких текстильних виробів необхідно визначити вид тканини, ступінь зношеності і забруднення [21, 30]. Необхідно звертати увагу на символи, написи, що регламентують умови обробки виробів, і записувати ці дані в квитанцію. Для якісного надання послуг споживачам в квитанції необхідно вказати стан речей (ступінь зносу, наявність дефектів), наявність плям на виробах, розмір речей, вид тканини, колір речей. Відповідно до Галузевого класифікатора [55] ГК 201-01-2001 «Класифікація послуг і продукції у сфері побутового обслуговування» текстильні вироби приймають окремо за асортиментом (прямі, фасонні, чоловічі сорочки); за видом обробки (з опорядженням, без опорядження). При прийманні целюлозомістких текстильних виробів перевіряють маркування з вказівкою виду обробки і вносять відповідний запис у бланку замовлення.

Індивідуальні текстильні вироби приймають в обробку при наявності спеціальної мітки (відрізок стрічки з номером замовлення). Масові текстильні вироби приймають з міткою установи, яка здає вироби на очищення. Текстильні вироби мають бути підібрані за асортиментом, перерахованому в замовленні підприємства.

Прийняті целюлозомісткі текстильні вироби (масові і індивідуальні) зважують. Кількість виробів, вагу і вартість обробки проставляють в квитанції.

Сортування целюлозомістких текстильних виробів і складання мікропартій проводять безпосередньо на приймальних пунктах. Всі вироби сортують за такими основними ознаками: способом обробки, видом тканини, кольором, асортиментом і ступенем забруднення [30, 31].

За асортиментом і видом обробки: прямі вироби, що не підлягають апретуванню; прямі вироби, що підлягають апретуванню; фасонні вироби, що не підлягають апретуванню; фасонні вироби, що підлягають апретуванню; сорочки, блузи; багат шарові вироби; махрові вироби.

За видом тканини і кольором: бавовняні і лляні білі текстильні вироби; бавовняні і лляні кольорові текстильні вироби; білі целюлозомісткі текстильні вироби з штучних і змішаних тканин; кольорові целюлозомісткі текстильні вироби з штучних і змішаних тканин.

За ступенем забруднення:

I ступінь – слабо забруднені, не затерті, без плям;

II ступінь – середньо забруднені (з плямами, затертими місцями –середина наволочок, краї рушників, манжети, комірці, тощо);

III ступінь – сильно забруднені, з великою кількістю плям, сильно затертими місцями (зношена білизна, чоловічі сорочки, рушники, тощо);

IV ступінь – сильно забруднені вироби організацій (їдалень, ресторанів, перукарень тощо).

При сортуванні, особливо коли целюлозомісткі текстильні вироби обробляють вперше, слід звернути увагу на етикетки виробів, де символами вказано умови прання і прасування, а в окремих випадках і вид волокна.

Текстильні вироби не повинні містити ніяких предметів (голок, металічних виробів, тощо) для попередження корозії. Перед пранням целюлозо місткі текстильні вироби очищують від пера, пуху, ворсу від ковдр тощо. Речі з начосом, ворсові вироби перуть окремо.

Не слід змішувати целюлозомісткі текстильні вироби різного ступеня забруднення, щоби вироби не набували сірого кольору і не зношувались, не

збільшувались витрати МЗ на прання. Необхідно враховувати розміри виробів, оскільки дрібні речі не перуть разом з великими. Для захисту делікатних, зношених виробів в процесі прання використовують спеціальні сітки [20, 30, 31].

Розсортовані масові замовлення складають в спеціальні мішки (маса партії залежить від завантажувальної маси пральної машини), пломбуються і разом із документами відправляють на підприємство клінігової індустрії та служби сервісу.

Брудні текстильні вироби не можна зберігати на підприємстві більше трьох діб. Брудні вироби зберігаються в спеціальних боксах. При наявності плям олії брудні текстильні вироби зберігаються не більше однієї доби, подалі від нагрівальних приладів, оскільки це сприяє окисленню жирових забруднень і погіршує якість прання виробів.

Після сортування та комплектування партій целюлозні текстильні вироби перуть відповідно до обраних технологій.

Прання целюлозомістких текстильних виробів є основною операцією в технологічному циклі, що відновлює фізико-гігієнічні властивості тканини. Ефективними технологіями очищення целюлозомістких текстильних виробів різного асортименту у водному середовищі є прання та аквачищення [30, 31]. Завантажувальну масу текстильних виробів визначають паспортною завантажувальною масою пральної машини, ступенем забруднення виробів і видом тканини, з якої вони виготовлені. Тому целюлозомісткі текстильні вироби сортують за певними ознаками і складають партії, які відповідають паспортній завантажувальній масі обладнання і коефіцієнту завантаження, що враховує величину об'ємного модулю професійного обладнання і вид тканини [20, 30].

Ефект видалення забруднень з целюлозомістких текстильних виробів в пральних машинах досягається шляхом перекидання виробів в мийному розчині гребенями реверсивно обертового перфорованого внутрішнього барабану. Створене обертання виробів, а також тертя між шарами виробів об стінки і гребені барабану в мийному розчині, забезпечує видалення забруднень. Ефект віджиму

відбувається за рахунок видавлювання рідини з текстильних виробів відцентровою силою при обертанні барабану на оборотах віджиму.

Майже всі сучасні моделі пральних машин [23, 56] мають мікропроцесор, що дозволяє створювати будь-які індивідуальні програми прання целюлозомістких текстильних виробів. За допомогою мікропроцесору контролюють всі етапи прання і змінюють режими обробки для кожного асортименту текстильних виробів (наприклад, температуру, рівень води, швидкість прання і віджиму). Крім цього, в деяких моделях мікропроцесор забезпечує наявність вбудованої діагностичної системи для контролю працездатності і можливих проблем або помилок обладнання. Базові робочі частини професійного обладнання, такі як корпус, внутрішній і зовнішній барабан, виготовляють з високоякісної нержавіючої сталі. Різні моделі мають додаткові опції, що полегшують їх користування: збалансовану систему завантаження, автоматичне позиціонування барабана, автоматичне відкривання дверей, автоматичне блокування і розблокування дверей та інші.

Сучасне опральне обладнання має велику кількість функцій і опцій та забезпечує делікатне прання текстильних виробів з функцією апретування. В першу чергу, делікатне прання – це захист целюлозомістких текстильних виробів від деформації: розтягнення, зміни лінійних розмірів. Крім цього, такий режим дозволяє подовжити термін експлуатації виробів, через менший вплив на структуру волокон. Однак, температурні режими делікатного прання не завжди дозволяють якісно видалити забруднення з виробів.

Встановлено [30, 31], що для мало-, середньо- і сильно забруднених целюлозних тканин коефіцієнт завантаження дорівнює 1, для особливо забруднених целюлозних тканин (IV ступінь забруднення) та для виробів із змішаних тканин всіх ступенів забруднення – 0,8. Перевантаження обладнання заборонено, тому що це призводить до різкого погіршення якості прання текстильних виробів.

Білі і кольорові (з міцним забарвленням) бавовняні вироби можна прати як з кип'ятінням, так і без кип'ятіння (при 95 °C). В останньому випадку з метою

зnezараження виробу обов'язково прасують на сушильно-прасувальних машинах. Дитячу білизну і пелюшки прати без зnezараження заборонено.

Відбілювання у другій і третій ванні відбілювачами, що містять активний кисень, може бути замінено відбілюванням в першій ванні або в першому чи другому полосканні відбілювачами, що містять активний хлор. В останньому випадку з метою збільшення часу на відбілювання збільшують час полоскання з відбілюванням на 5 хв., при цьому відповідно збільшується загальна тривалість прання, або об'єднують два полоскання. Однак, слід враховувати, що активний хлор може спричинити пошкодження виробів і забруднення стічних вод, а збільшення тривалості процесу – зростання енергетичних витрат, витрат води, вартості обробки.

При двованному способі прання текстильних виробів мийні засоби подають в наступним чином: в першу ванну $2/3$ всієї кількості, в другу – $1/3$; при триванному способі прання: в першу ванну – $1/2$, в другу і третю – $1/4$.

Кольорові вироби і вироби з нестійким забарвленням комплектують суворо за кольором і перуть в машинах з завантажувальною масою 5, 10, 25 кг, використовуючи теплу воду.

Целюлозомісткі текстильні вироби із змішаних тканин обробляють окремим потоком в машинах з невеликою завантажувальною масою. Фактична завантажувальна маса таких виробів на 20 % нижче за паспортну завантажувальну масу обладнання.

Фасонні вироби перед очищенням попередньо замочують у мийному розчині з додаванням кальцинованої соди або засобами з біологічними добавками від 60 хв. до 120 хв. Наступне прання здійснюють відповідно до технологічних режимів залежно від виду тканини.

При застосуванні мийних засобів, що містять хімічні відбілювачі, додаткова операція відбілювання при пранні целюлозомістких текстильних виробів II ступеня забруднення виключається. Застосування таких мийних засобів найбільш ефективне при проведенні останнього прання. Тому можливе застосування одночасно в

одному циклі двох видів мийних засобів: в перше (в перше і друге) прання подають мийні засоби, що не містить пероксидних солей, в друге (третє) – мийні засоби, що містять пероксидні солі [20, 30, 31]. Однак це створює незручності при здійсненні технологічного процесу прання та додаткові витрати на мийні засоби.

Наступною операцією після прання целюлозомістких текстильних виробів є віджимання текстильних виробів, яке може здійснюватись трьома способами [20, 56]: доцентровим, валковим і шляхом механічного пресування. Найбільш розповсюджений спосіб віджимання – доцентровий, який виконується в спеціальному обладнанні – центрифугах. Видалення вологи в центрифугузі засноване на дії доцентрових сил, що виникають при обертанні ротора, в середині якого знаходиться білизна. У 1 кг чистих текстильних виробів міститься в середньому від 2 кг до 2,5 кг води; після віджимання в центрифугузі – залишається біля 0,5 кг води, тобто залишкова вологість виробів становить 50 %. При такій залишковій вологості можлива ВТО на прасувальному обладнанні. Тривалість віджимання апретованих виробів на 25 % більша за не апретованих. Перевантаження центрифуг також заборонено. Целюлозомісткі вироби із змішаних тканин віджимають в центрифугах не більше 2 хв. Залишкова вологість виробів із бавовняних не апретованих тканин після віджимання в центрифугах повинна бути не більше 50 %, апретованих – не більше 55 %; після віджимання в прально-віджимних машинах залишкова вологість цих тканин відповідно складає не більше 55 % і 60 % за масою у повітряно-сухому стані.

В процесі віджимання вироби переплітаються, спресовуються і їх роз'єднати дуже важко. Тому наступною технологічною операцією після віджимання є розтрушування білизни в спеціальних розтрушувальних машинах. Мета розтрушування – не тільки роз'єднати вироби, але і звільнити їх від сторонніх речовин: ворсу, ниток, тощо. Розтрушування білизни дозволяє забезпечити ефективну ВТО целюлозомістких текстильних виробів [20, 30]. Принцип роботи машин для розтрушування целюлозомістких текстильних виробів полягає в наступному: завантажені в приймальний бункер вироби по нахиленій площині

лотка поступають на гребні барабану, підхоплюються ними і піднімаються на деяку висоту. Здійснюючи піднімання і падіння протягом певного часу, а також завдяки дії повітряного потоку, спресовані, заплутані речі розділяються на окремі вироби, які розправляються і викидаються на стрічку розвантажувального конвеєра. Але машини для розтрушування займають багато місця та потребують енергетичних витрат. Тому на підприємствах клінінгової індустрії та сервісу в даний час деякі види прямих і фасонних виробів обробляють в сушильних барабанах, що є високо продуктивними та займають малу площу. Принцип роботи сушильних барабанів полягає в наступному: у внутрішній барабан, куди завантажують вироби для висушування, подають підігріте в калорифері повітря. Проходячи крізь целюлозомісткі текстильні вироби, повітря віддає частину тепла і відсмоктується вентилятором.

Якість висушування залежить від цілого ряду факторів: температури підігрітого повітря, тривалості дії його на тканину, кількості повітря і його відносної вологості, швидкості повітряного потоку. Висушуванню в сушильних барабанах піддають махрові вироби. Температура гарячого повітря, що подається в барабан, повинна бути від 100 °С до 120 °С для білих бавовняних виробів і не вище 95 °С для кольорових та змішаних виробів.

Після віджимання і розтрушування прямих целюлозомісткі текстильні вироби (простирадла, скатертини тощо) обробляють в сушильно-прасувальних машинах (каландрах, вакуум-катках), де відбувається одночасно два суміщених процеси: висушування і прасування [30, 31].

В сушильно-прасувальну машину подають одночасно великі і за необхідністю дрібні речі, щоб максимально використати нагріту поверхню. При відсутності механізму розпрямлення, вироби перед подачею вкладають в лоток пачками і подають в машину вручну лицьовою стороною донизу. Вологі целюлозомісткі текстильні вироби складати забороняється, оскільки існує можливість розвитку бактерій. Для високої якості прасування тиск пари на

сушильно-прасувальних машинах повинен бути від 0,4 МПа до 0,8 МПа, температура робочої поверхні від 140 °С до 170 °С.

Фасонні целюлозо місткі текстильні вироби змішаного асортименту (сорочки, халати, тощо) прасують на ротаційних пресах. Перед прасуванням на пресі вироби розкладають на нижній плиті лицьовою стороною до верхньої прасувальної плити і розправляють. Місця, що висохли, або складки до прасування зволожують водою за допомогою розпилювача. Вироби із змішаних тканин прасують на пресах при температурі 120 °С протягом 5 с. В деяких випадках застосовують ручне прасування фасонних виробів праскою з терморегулятором. Залишкова вологість випрасуваних целюлозомістких текстильних виробів у повітряно-сухому стані не повинна бути більше від 0 до 5 %.

Протягом технологічного циклу прання целюлозомістких текстильних виробів контролюють якість проведення операцій на кожному етапі [15, 16, 55]. Для забезпечення високої якості прання целюлозомістких текстильних виробів потрібно звертати увагу на можливі види і причини браку та методи їх усунення. Слід зазначити, що на виробках після прання допускається наявність дефектів, які позначені у квитанції, та приховані дефекти, які виникли в процесі експлуатації виробів і виявлені під час прання.

В залежності від місця розташування та походження дефекти розподіляються на явні та приховані. Виявлення явних дефектів встановлено відповідними правилами, методами й засобами, що регламентовані обов'язковою нормативною документацією. Приховані дефекти – це ті, визначення яких не передбачено нормованими методами контролю. Вони проявляються після прання, або в процесі експлуатації целюлозомістких текстильних виробів.

За ступенем впливу на якість випраних целюлозомістких текстильних виробів дефекти розподіляються на [30, 31, 57]:

- критичні, при наявності яких використання виробів неприпустиме, а усунення технічно неможливе або економічно не вигідне;
- незначні, які незначно впливають на використання виробів та їх

довговічність;

- усунні, усунення яких технічно можливе та економічно доцільне.

Технологічні процеси прання целюлозомістких текстильних виробів здійснюють з використанням професійних засобів, тому вибір мийних засобів проводять з урахуванням волокнистого складу виробів. При недотриманні встановленого режиму обробки (рН розчинів, температури і ін.) погіршуються споживні властивості целюлозомістких текстильних виробів.

На більшості підприємств використовують обладнання різних виробників, препарати вітчизняного і закордонного виробництва. Принципової різниці між технологіями прання немає, оскільки якість видалення забруднень визначається, перш за все, кваліфікацією персоналу підприємства [23, 37, 57] і застосуванням високоякісних препаратів для плямовидалення, пральних засобів і ТДР (антистатика, пом'якшувачі, запашки, апретування та ін.).

В технологічному процесі прання на целюлозомістких виробках може бути наявність дефектів, що позначені у квитанції, та приховані дефекти, які виникли в процесі експлуатації виробів і виявлені після прання. Крім цього, можуть бути дефекти, які виникли при порушенні режиму прання і застосуванні засобів, дія яких заздалегідь не перевірена, внаслідок чого на целюлозомістких виробках виникають ореоли, зруйновані ділянки, витравки забарвлення, плями сірого кольору [30, 57]. Можливі види та причини браку при очищенні текстильних виробів:

- плями – недостатнє попереднє зачищення;

- брудні манжети штанів, низ підкладки, приклад, потові забруднення – недостатнє попереднє очищення. Серйозною проблемою є сліди на комірці від крем-пудри, що є сумішшю жирів і пігменту, при якому відбувається закріплення цього пігменту на виробках, особливо на світлих, і видалити такі забруднення неможливо;

- витравка (зрив барвника на місці плям) – невміле користування пральними засобами; витравка забарвлення має місце при видаленні плям з целюлозомістких

виробів, забарвлених основними барвниками, розчинними в спиртах. Витравлення забарвлення виробів посилюють плями від парфумів унаслідок розчинення барвника в спирті. Ці витравки стають помітними після плямовидалення;

- білястість (поверхнєве ушкодження волокна тканини) – занадто сильне тертя при плямовидаленні, найчастіше цей вид браку непоправний;

- утворення ореолів має місце при пранні сильно забруднених целюлозомістких виробів. Розчинені або диспергованні забруднення розповсюджуються на тканині разом з використаним пральним розчином. На межі, що відділяє змочену розчином тканину від сухої, виникає темна лінія, що оточує пляму;

- руйнування волокна – неправильне застосування професійних засобів, що містять кислоти і луки для виведення плям, цей вид браку непоправний. Для попередження можливих руйнувань слід перш, ніж використовувати препарат, випробувати його дію на тканину і забарвлення на внутрішній складці, шві;

- поява сірого відтінку тканини на ділянках, зайнятих раніше плямою, має місце в тому випадку, якщо вироби після застосування препаратів на водній основі для виведення плям не висушували. Для попередження цього виду браку, після видалення плям вироби слід просушити;

- неповне видалення забруднень має місце при перевищенні робочого завантаження барабана, низькій температурі мийного розчину і недостатньої тривалості прання;

- поява сірого відтінку виробів має місце при неправильному комплектуванні партій;

- зміна забарвлення виробів відбувається при митті світлих і темних виробів одночасно;

- заломы у формі зморшок, що не піддаються розгладженню, утворюються при сильному віджиманні одягу, при тривалому зберіганні висушеного одягу в зім'ятому стані на візках.

- плями на виробих можуть виникати в результаті застосування засобів для

видадлення плям, що містять велику кількість води. Вологі ділянки тканин інтенсивно адсорбують забруднення при митті, надалі вони стають помітними плямами;

- засмічення виробів дрібними волокнами виникають, коли в одній партії обробляють темні, світлі, ворсові і гладкі речі – виробнича партія була неправильно підготовлена;

- розриви і потертість тканини виникають при пранні виробів різної густини, при перевантаженні барабану речами, присутності на виробках не заломлених гачків, шпильок і інших металевих предметів та наявності задирок на поверхні мийного барабана.

- зміна фасону речі (неправильно заглажені складки) при неякісному пранні целюлозомістких виробів, порушенні технологічних режимів.

- затьок утворюється при використанні несправного устаткування, або виріб піддають дуже вологому і брудному відпарюванню.

В процесі прання целюлозомістких виробів необхідно видалити плями, які утворились в процесі технологічної обробки (плями від іржавої води, не відіпрані плями від неякісних пральних засобів і ТДР, від мастил при віджиманні і прасуванні, а також від зафарбовування виробів при неправильному сортуванні). За побутові плями і зношеність виробів, які відмічені при прийманні речей, підприємство не несе відповідальності. Попередити утворення витравок і утворення ореолів можливо проведенням попередньої проби засобу на непомітному місці виробу. Целюлозомісткі текстильні вироби, пошкоджені в процесі механічної обробки з вини персоналу, повинні бути відремонтовані за згодою з замовником.

Перед видачею целюлозомісткі текстильні вироби складають за допомогою механізму для складання виробів (автоматичного або напівавтоматичного) або вручну лицьовою стороною назовні так, щоб добре було видно мітку. Операції складання целюлозомістких текстильних виробів різного асортименту різні. Наприклад,

простирадла і ковдри складають 2 рази вздовж (по довжині) і 2 – 3 рази впоперек; рушники – 2 рази впоперек і один раз вздовж і тощо.

Чисті індивідуальні целюлозомісткі текстильні вироби після складання розподіляють за приймальними пунктами у відповідності з мітками та квитанціями. Замовлення організацій підбираються за асортиментом. Пакування целюлозомістких текстильних виробів проводять для запобігання пошкодження, забруднення та дії інших факторів. Матеріал для пакування целюлозомістких текстильних виробів повинен бути міцним, не надавати виробам запаху і інших негативних властивостей. На даний час пакування целюлозомістких виробів здійснюється, головним чином, в поліетиленові пакети [20, 23, 30]. Масові замовлення складають у партії, маса однієї упаковки від 5 кг до 20 кг.

Чисті целюлозомісткі вироби зберігають на стелажах в чистих і сухих приміщеннях при температурі до 20 °С і вологості повітря 60 %. Замовлення видають на основі бланку замовлення або квитанції.

Для досягнення високої якості прання целюлозомістких текстильних виробів важливу роль в процесі видалення забруднень мають чотири технологічні фактори [30, 31]:

- механічна дія;
- вплив хімічних препаратів;
- температура;
- тривалість обробки

Отже, для забезпечення високої якості видалення забруднень з целюлозомістких текстильних виробів визначальними факторами в технологічному процесі прання виробів є дотримання режимів обробки виробів. З метою дотримання параметрів екологічної безпеки процесу прання, необхідно обирати режими обробки з малими витратами матеріальних, температурних, енергетичних ресурсів. Порівняльна характеристика типових та ресурсощадних технологій прання наведено в таблиці 3.1.

Таблиця 3.1 – Порівняльна характеристика типових та ресурсоощадних технологій прання

Типова технологія прання	Ресурсоощадна технологія прання
Швидкість обертання барабану при пранні целюлозомістких текстильних виробів	
Фіксована 36 або 40 об/хв	Регулюється від 5 до 40 об/хв
Швидкість обертання барабану при віджимі целюлозомістких текстильних виробів	
Фіксована 400 або 500 об/хв	Регулюється від 400 до 1000 об/хв
Час обертання/ зупинки барабану при пранні целюлозомістких текстильних виробів	
Фіксований час обертання 12 с або 20 с, час зупинки 3 с або 4 с	Регулюється час обертання від 0,1 с до 90 с, час зупинки від 0,1 с до 90 с
Температура води під час прання целюлозомістких текстильних виробів	
Змінюється від холодної до 90 ⁰ С	Змінюється від 27 ⁰ С до 40 ⁰ С
Рівень води	
Змінюється між високим і низьким	Змінюється поступово (від см до л) від високого до низького
Кількість прання целюлозомістких текстильних виробів	
Від 1 до 3	Типово 1, для сильнозабруднених виробів 2
Тривалість прання в одній ванні	
Від 5 хв до 20 хв (без нагріву)	Від 4 хв до 10 хв (з нагрівом)
Кількість полоскань	
Від 3 полоскань	Одне
Температура сушіння целюлозомістких текстильних виробів	
Від 50 ⁰ С до 110 ⁰ С	Від 40 ⁰ С до 60 ⁰ С

Таким чином, за даними таблиці 3.1 екологічну безпеку ресурсоощадних технологій прання забезпечують невисокі температурні режими з меншою кількістю технологічних операцій, меншими енергетичними витратами ніж типове прання.

Взаємодія даних факторів та варіативність їх застосування в технологічних процесах визначає ефективність процесу очищення та терміни використання целюлозомістких текстильних виробів.

Параметрами механічної дії є рух целюлозомістких текстильних виробів всередині мийного барабану прального обладнання та потік прального розчину через них. Без механічної дії видалення забруднень з виробів за допомогою мийних засобів – не ефективно. Для якісного видалення забруднення з виробів, особливо пігментних, не залежно від часу, температури обробки, а також складу та концентрації мийних препаратів, необхідна механічна дія на текстильні матеріали.

Ступінь механічного впливу визначається конструкцією мийного барабану та ребер, швидкістю, режимами обертання. Конструкція мийного барабану впливає на фактор розділення [20, 30]. З підвищенням фактору розділення в певних межах, мийна здатність зростає завдяки підвищенню ступеня механічної дії на текстильні вироби в процесі очищення. А також за рахунок інтенсивної взаємодії виробів і мийного розчину, збільшення висоти падіння виробів в розчин. При подальшому зростанні фактору розділення частота обертання внутрішнього барабану наближається до критичної, гребні барабану захоплюють все більшу кількість виробів, здійснюючи разом з ними обертальний рух. Це приводить до зниження механічної дії і, як наслідок, до погіршення видалення забруднень з виробів. Максимум мийної дії спостерігається при факторі розділення 0,78 [20, 23].

Відомо, що високі температури сприяють підвищенню мийної дії препаратів за рахунок зменшення поверхневого натягу та в'язкості води [30, 31]. Підвищення температури прання посилює активність хімічних речовин в процесі очищення, швидкість та ефективність мийних засобів також зростає. Більшість хімічних реакцій при видаленні забруднень з виробів збільшуються вдвічі швидше, при зростанні температури на кожні 10°C. Однак деякі хімічні речовини та хіміко-технологічні системи мають максимальні робочі температури. Застосування підвищених температур може спричинити проблеми з якістю очищення,

пошкодження виробів. Крім того для деякого асортименту целюлозомістких текстильних виробів з білковими забрудненнями, застосування високих температур не рекомендовано [30, 57]. При пранні целюлозомістких мийний розчин повинен нагріватись поступово, тому що при різкому підвищенні температури може відбуватись заварювання білкових забруднень. Також необхідно дотримуватися відповідного температурного режиму в процесах полоскання. Так, наприклад, перше полоскання рекомендується проводити в гарячій воді, оскільки воно є продовженням останнього миття, сприяє видаленню забруднень і прискоренню промивання целюлозомістких текстильних виробів. Крім того, при виборі температурних режимів прання целюлозомістких текстильних виробів, слід враховувати волокнистий склад виробів, природу забруднень на них.

Загальну тривалість технології прання целюлозомістких текстильних виробів можна регулювати в досить широкому діапазоні. Регулюючи кількість та тривалість окремих етапів технологічного режиму очищення можливо обирати ефективні режими прання для різного асортименту целюлозомістких текстильних виробів.

Для забезпечення екологічної безпеки, збереження споживних властивостей целюлозомістких текстильних виробів в процесі багаторазового прання необхідне дотримання технологічних параметрів миття, зниження температури і скорочення тривалості обробки.

Таким чином, механічна дія, хімічні препарати, температура та тривалість технології прання комплексно забезпечують якість видалення забруднень з целюлозомістких текстильних виробів і екологічну безпеку процесу прання.

3.2 Екологічна безпека технологічних параметрів ресурсощадних технологій прання целюлозомістких текстильних виробів

Типовий технологічний режим очищення текстильних виробів у водному середовищі включає наступні операції: прання, віджим, перше полоскання, віджим, друге полоскання, віджим, третє полоскання, віджим.

Враховуючи особливості асортименту целюлозомістких текстильних виробів [24, 25], умови здійснення процесу прання, важливим є вибір мийних засобів, техніко-економічних режимів, які мають бути ефективними при видаленні забруднень з виробів, а також безпечними для здоров'я людей і довкілля [15 – 18].

Визначення значущих факторів на екологічну безпеку прання целюлозомістких текстильних виробів проводили методом п'ятифакторного експерименту за планом Хартлі [54]. Кодовані значення факторів, які мають найбільший вплив на процес обробки, та їх інтервали варіювання наведено в таблиці 3.2.

Таблиця 3.2 – Вихідні дані для п'ятифакторного експерименту за планом Хартлі

Назва фактору	Фактор	Значення рівнів варіювання		
		-1	0	+1
Концентрація розчину, г/л	X_1	1	3	5
Модуль ванни	X_2	8	10	12
Температура, °C	X_3	20	30	40
Тривалість обробки, хв.	X_4	2	5	8
Віджим, об./хв.	X_5	400	700	1000

Однорідність дисперсій перевірялась за критерієм Кохрена: дисперсії для кожного експерименту однорідні. Адекватність одержаних математичних моделей перевірялась за критерієм Фішера.

Обробка результатів експерименту показника МЗ для бавовняної тканини 1 за методом Хартлі, дозволила отримати коефіцієнти полінома, який встановлює взаємозв'язок між усіма факторами технологічного процесу прання целюлозомістких текстильних виробів та показником мийної здатності. Аналіз отриманих коефіцієнтів дозволяє виключити з остаточного виразу коефіцієнти із

значеннями меншими за критичні. Відповідно, одержано рівняння регресії мийної здатності для тканини 1, 100 % бавовна:

$$Y=81,389-0,159X_1-0,059X_2+0,077X_3-0,324X_1^2-0,203X_2^2-0,171X_1X_2 \quad (3.1)$$

Аналіз даного виразу дозволяє зробити декілька висновків. Даний поліном представляє собою параболоїд. Враховуючи знаки коефіцієнтів перед X_1 та X_2 , даний параболоїд спрямований вниз по вісі Z , а також із зростанням X_3 максимальне значення безперервно зростає. Враховуючи параметри експерименту, потрібно зауважити про обмеження даної залежності в області температур від 20 до 40 °С.

Для знаходження максимуму мийної дії Y , та значень концентрації X_1 і модуля ванни X_2 , при якому він спостерігається знайдемо частинні похідні по X_1 та X_2 .

$$\begin{aligned} \frac{\delta Y}{\delta X_1} &= -0.648 \cdot X_1 - 0.171 \cdot X_2 - 0.159; \\ \frac{\delta Y}{\delta X_2} &= -0.171 \cdot X_1 - 0.407 \cdot X_2 - 0.059. \end{aligned} \quad (3.2)$$

Для знаходження екстремуму функції Y розв'яжемо систему рівнянь:

$$\begin{cases} \frac{\delta Y}{\delta X_1} = 0; \\ \frac{\delta Y}{\delta X_2} = 0. \end{cases} \quad (3.3)$$

або

$$\begin{cases} -0.648 \cdot X_1 - 0.171 \cdot X_2 - 0.159 = 0; \\ -0.171 \cdot X_1 - 0.407 \cdot X_2 - 0.059 = 0. \end{cases} \quad (3.4)$$

Знаходження частинної похідної по X_3 дає результат:

$$\frac{\delta Y}{\delta X_3} = 0.077. \quad (3.5)$$

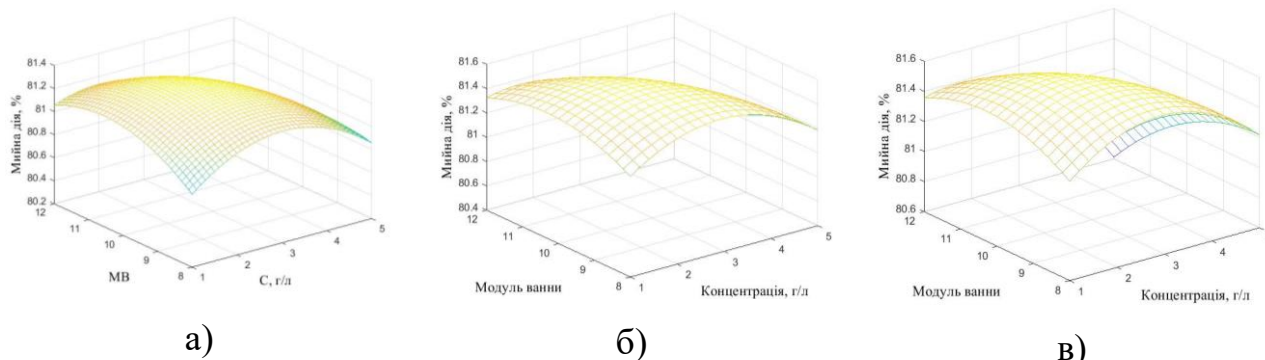
Даний результат вказує на те, що X_3 не впливає на знаходження локально вираженого максимуму.

Розв'язання (3.4) дає значення $X_{1\max}$ і $X_{2\max}$ при яких спостерігається максимум. Для знаходження максимуму мийної дії Y необхідно підставити їх у вираз (3.1). Причому при зростанні X_3 значення максимуму мийної дії Y теж буде зростати.

Значення та залежності мийної дії від концентрації (X_1) та модуля ванни (X_2) при фіксованих значеннях температури (X_3) для тканини 1, 100 % бавовна, наведено у таблиці 3.3 та на рисунку 3.2.

Таблиця 3.3 – Максимальні значення МЗ при різних температурах прання тканини 1, 100 % бавовна

Фактор	Температура, °C		
	20	30	40
$X_{1\max}$	2,5359	2,5359	2,5359
$X_{2\max}$	9,9014	9,9014	9,9014
Y_{\max}	81,3315	81,4089	81,4862



а) $X_3 = 20^{\circ}\text{C}$; б) $X_3 = 30^{\circ}\text{C}$; в) $X_3 = 40^{\circ}\text{C}$

Рисунок 3.2 – Поверхні відгуку функцій Y (X_1 , X_2) для МЗ при різних температурах прання тканини 1, 100 % бавовна

Обробка результатів експерименту антиресорбційної здатності для тканини 1, 100 % бавовна за методом Хартлі, дозволила отримати коефіцієнти полінома,

який встановлює взаємозв'язок між усіма факторами технологічного процесу очищення та показником АР. Аналіз отриманих коефіцієнтів дозволяє виключити з остаточного виразу коефіцієнти із значеннями меншими за критичні. Відповідно, одержано рівняння регресії АР для тканини 1, 100 % бавовна:

$$Y=10,399+0,174X_1-0,074X_2-0,159X_3+0,291X_1^2+0,428X_2^2-0,204X_1X_2 \quad (3.6)$$

Аналіз даного виразу дозволяє зробити декілька висновків. Даний поліном представляє собою параболоїд. Враховуючи знаки коефіцієнтів перед X_1 та X_2 , даний параболоїд спрямований вгору по осі Z , а також із зростанням X_3 максимальне значення безперервно спадає. Враховуючи параметри експерименту, потрібно зауважити про обмеження даної залежності в області температур від 20 до 40°C.

Для знаходження мінімуму антиресорбційної здатності Y , та значень концентрації X_1 і модуля ванни X_2 , при якому він спостерігається знайдемо частинні похідні по X_1 та X_2 .

$$\begin{aligned} \frac{\delta Y}{\delta X_1} &= 0.581 \cdot X_1 - 0.204 \cdot X_2 + 0.174; \\ \frac{\delta Y}{\delta X_2} &= -0.204 \cdot X_1 + 0.856 \cdot X_2 - 0.074. \end{aligned} \quad (3.7)$$

Для знаходження екстремуму функції Y розв'яжемо систему рівнянь:

$$\begin{cases} \frac{\delta Y}{\delta X_1} = 0; \\ \frac{\delta Y}{\delta X_2} = 0. \end{cases} \quad (3.8)$$

або

$$\begin{cases} 0.581 \cdot X_1 - 0.204 \cdot X_2 + 0.174 = 0; \\ -0.204 \cdot X_1 + 0.856 \cdot X_2 - 0.074 = 0. \end{cases} \quad (3.9)$$

Знаходження частинної похідної по X_3 дає результат:

$$\frac{\delta Y}{\delta X_3} = -0.1594. \quad (3.10)$$

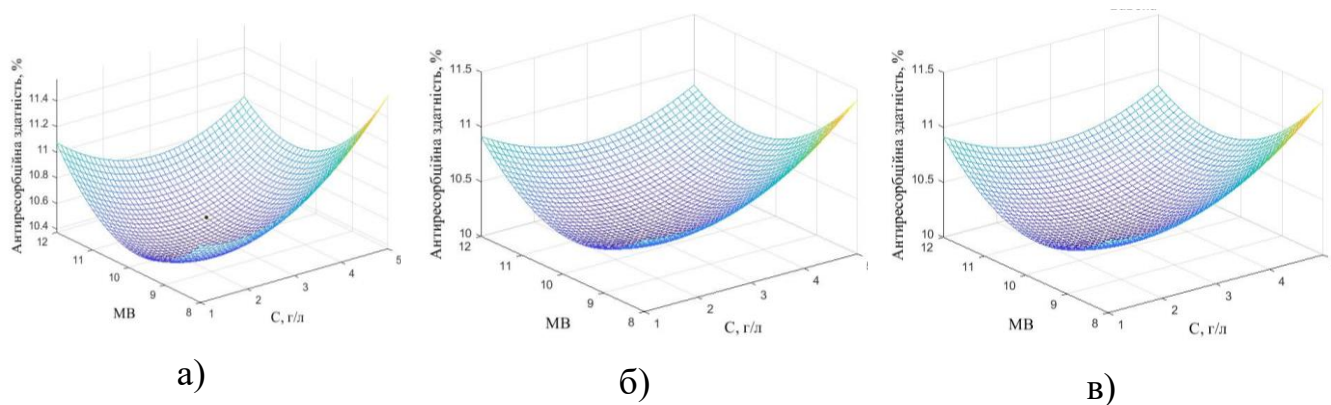
Даний результат вказує на те, що X_3 не впливає на знаходження локально вираженого мінімуму.

Розв'язання (3.9) дає значення $X_{1\max}$ і $X_{2\max}$ при яких спостерігається мінімум. Для знаходження мінімуму антиресорбційної здатності Y необхідно підставити їх у вираз (3.6). Причому при зростанні X_3 значення мінімуму антиресорбційної здатності Y буде спадати.

Значення та залежності антиресорбційної здатності від концентрації (X_1) та модуля ванни (X_2) при фіксованих значеннях температури (X_3) для тканини 1, бавовна, 100 %, наведено у таблиці 3.4 та на рисунку 3.3.

Таблиця 3.4 – Мінімальні значення AP при різних температурах очищення тканини 1, 100 % бавовна

Фактор	Температура, $^{\circ}C$		
	20	30	40
$X_{1\max}$	2,4134	2,4134	2,4134
$X_{2\max}$	10,0339	10,0339	10,0339
Y_{\min}	10,5328	10,3734	10,2140



а) $X_3 = 20^{\circ}C$; б) $X_3 = 30^{\circ}C$; в) $X_3 = 40^{\circ}C$

Рисунок 3.3 – Поверхні відгуку функцій Y (X_1 , X_2) для AP при різних температурах прання тканини 1, 100 % бавовна

Аналогічно, було проведено оптимізацію технологічного процесу прання целюлозомістких зразків тканини 2 та тканини 3.

Результати оптимізації технологічного процесу прання целюлозомістких текстильних виробів за показниками МЗ та АР, (таблиці 3.3, 3.4; рисунки 3.2, 3.3), дозволили одержати значення факторів X_1 , X_2 при яких функція Y наближається до максимуму. Відповідно оптимальні технологічні параметри процесу прання целюлозомістких текстильних виробів різного асортименту мають значення: концентрація композиції 2,5 г/л; модуль ванни 10; температура обробки 20 °С; тривалість обробки 8 хв.; віджим 400 об./хв.

Відповідно до типового технологічного процесу прання целюлозомістких текстильних виробів представленому у підрозділі 3.1 (рисунок 3.1.), результатів оптимізації та вимог до екологічної безпеки [28] наведемо ресурсощадні технології прання.

Таблиця 3.5 – Ресурсощадна технологія прання целюлозомістких текстильних виробів

Найменування операції	Температура, °С	Рух/пауза, с	Швидкість обертання, об./хв.	Тривалість обробки, хв.
Очищення	20	5/10	20	3
Злив	-	5/10	30	0,5
Полоскання	20	5/10	30	3
Злив	-	13/4	40	0,5
Віджимання	-	-	400	2
Вивантаження	-	-	-	1
Загальна тривалість				9

Попередні дослідження [10, 11, 28] свідчать про те, що зменшення температури прання на 10 °С, зберегти витрати електроенергії на 57 %, знизити вуглецевий слід, який впливає на зміни клімату і зменшити викиди CO₂ на 35 %.

Сильнозабруднений одяг рекомендовано прати окремо. Це допомагає уникнути плям на іншому одязі під час прання та запобігає проникненню запаху брудного одягу на інші целюлозомісткі вироби. Крім того, прання сильнозабрудненого одягу разом з іншим одягом може спричинити зараження мікробами та бактеріями. Це може призвести до того, інший одяг швидше забрудниться, а також може призвести до подразнення шкіри.

Для сильнозабрудненого одягу, необхідно попередньо обробити всі плями перед пранням. Це полегшить процес і гарантує видалення плям, що в свою чергу заощадить час і енергію в довгостроковій перспективі. В таблиці 3.6. наведено ресурсоощадну технологію прання сильнозабруднених целюлозомістких текстильних виробів.

Таблиця 3.6 – Ресурсоощадна технологія прання сильнозабруднених целюлозомістких текстильних виробів

Найменування операції	Температура, °C	МВ	Додавання пральних засобів, ТДР	Тривалість обробки, хв.
Перше прання	20°C	10	+	8
Друге прання	20°C	10	+	8
Перше полоскання	20°C	12	-	3
Друге полоскання	20°C	12	-	3
Заключне оброблення	20°C	10	+	6
Загальна тривалість без заключного оброблення				22
із заключним обробленням				28

За даними таблиць 3.2 – 3.3 загальна тривалість ресурсоощадних технологій прання складає від 9 до 28 хв. Отже, у порівнянні з типовою технологією прання виробів, забезпечується скорочення часу здійснення операцій від 18 до 38 хв., а

також зменшення температури обробки від 10⁰С до 30⁰С, на один цикл прання відповідно.

Таким чином, зменшуються витрати реагентів, скорочується час здійснення операцій, цикл обробки виробів, покращується екологічна безпека процесу.

3.3 Дослідження впливу ресурсоощадних технологій прання на мийну та антиресорбційну здатність

Враховуючи скорочення циклу прання на одне полоскання, за наявності залишків часточок комплексу мийний засіб-забруднення, при недостатньому полосканні, можливе посіріння виробів. Тому для оцінки ефективності ресурсоощадних технологій прання целюлозомістких текстильних виробів порівнювали параметри мийної дії: мийну здатність (МЗ %), антиресорбційну здатність (АР, %), залишкове забруднення (З_{зал.}, %) при зменшенні циклу прання виробів на одне полоскання. Результати дослідження представлені у таблиці 3.7.

Таблиця 3.7 – Вплив ресурсоощадних технологій прання на мийну та антиресорбційну здатність

Технологія прання	Тканина 1 100 % бавовна			Тканина 2 80 % бавовна, 20 % поліестер			Тканина 3 100 % віскоза		
	МЗ, %	АР, %	З _{зал.} ,%	МЗ, %	АР, %	З _{зал.} ,%	МЗ, %	АР, %	З _{зал.} ,%
Типова	86,5	12,9	14,5	80,1	14,6	16,2	82,4	13,6	15,3
Ресурсоощадна	87,6	12,5	13,9	82,2	14,0	16,3	84,0	12,9	14,8

За даними таблиці 3.7 при зменшенні кількості полоскань не погіршується якість прання целюлозомістких текстильних виробів. Також слід враховувати, що

при зменшенні циклу прання на одне полоскання скорочується тривалість процесу, витрати електроенергії, води, витрати на оплату праці персоналу.

Одним із естетичних показників білих целюлозомістких текстильних матеріалів після прання є їх ступінь білизни. Ступінь білизни R , % характеризували коефіцієнтом відбиття дослідних зразків тканин. Результати досліджень представлено в таблиці 3.8 та на рисунку 3.4.

Таблиця 3.8 – Ступінь білизни R , % целюлозомістких тканин

Дослідні зразки тканини	Ступінь білизни, R %		
	Вихідний зразок	Типова технологія прання	Ресурсоощадна технологія прання
Тканина 1, 100 % бавовна	71	72	74
Тканина 2, 80 % бавовна, 20 % поліестер	84	84	86
Тканина 3, 100 % віскоза	70	70	73

Ступінь білизни, R %

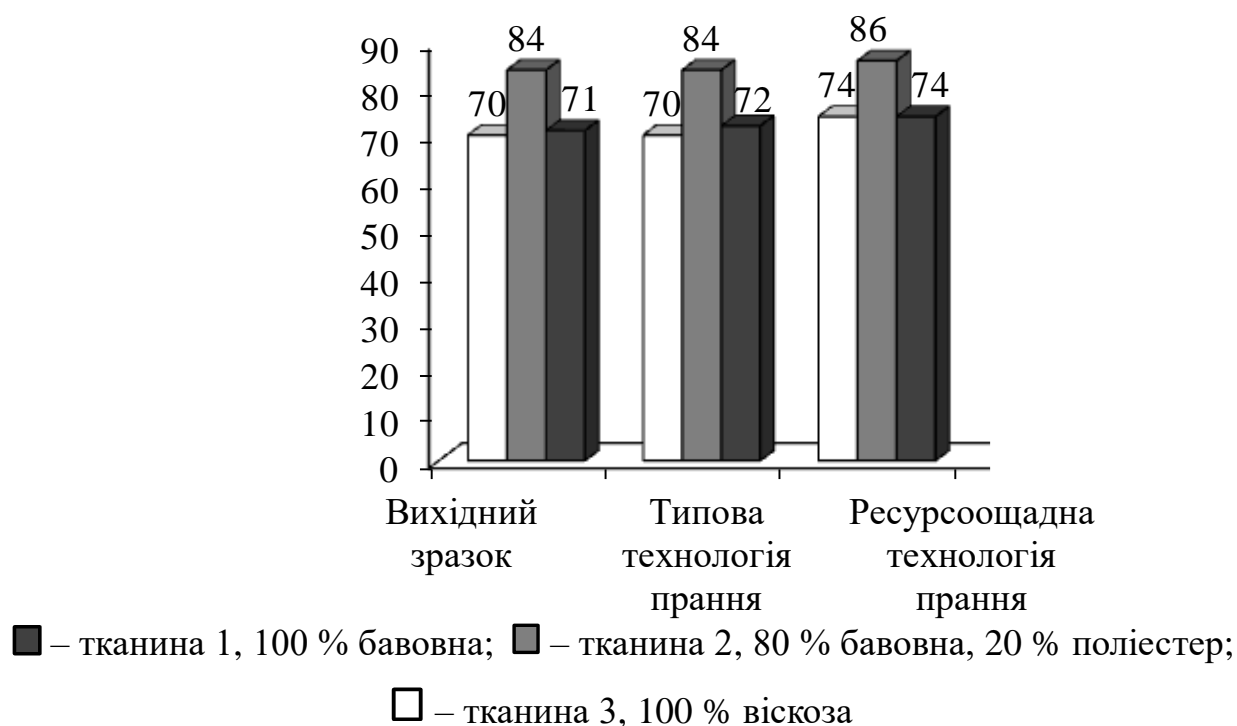


Рисунок 3.4 – Ступінь білизни R , % целюлозомістких тканин

Проведені дослідження показали, що ступінь білизни дослідних зразків целюлозомістких тканин після прання знаходиться в межах від 73% до 86 %, за ресурсоощадними технологіями прання, що пов'язано з особливостями технологічних параметрів процесів видалення забруднень даних тканин. Найбільший ступінь білизни має сумішева целюлозомістка тканина 2, 80 % бавовна, 20 % поліестер.

3.4 Аналіз впливу ресурсоощадних технологій прання на експлуатаційні властивості целюлозомістких текстильних виробів

Найбільш актуальною проблемою в процесі прання целюлозомістких текстильних виробів є поруч з видаленням забруднень, збереження товарного зовнішнього вигляду виробів та їх експлуатаційних властивостей [17, 18, 30, 31]. Якість, терміни експлуатації целюлозомістких текстильних виробів, визначаються перш за все економічністю та екологічністю технології прання та комплексом споживних властивостей. Порушення або не дотримання умов прання виробів може спричинити дефекти на текстильних матеріалах, в результаті яких вироби частково або повністю втраять свої споживні властивості та зовнішній вигляд (зміна лінійних розмірів, розтягнення, поява заломів, знебарвлення, неповне видалення забруднень, вимивання опоряджувальних композицій). Крім того, багато споживачів здають у пральні заношені або сильнозабруднені речі із застарілими плямами. Повернути таким виробам первісний зовнішній вигляд дуже важко, а інколи неможливо. Тому для ефективності надання послуг необхідно враховувати вплив ресурсоощадних технологій прання на експлуатаційні властивості целюлозомістких текстильних виробів.

Головним критерієм оцінки якості прання виробів та збереження їх експлуатаційних властивостей є збереження лінійних розмірів.

Вироби з деяких целюлозомістких волокон у процесі експлуатації змінюють свої лінійні розміри, а інколи і вихідну форму. Під впливом ВТО таких виробів

часто відбувається зміна їх лінійних розмірів як за довжиною або за шириною. Це явище небажане, свідчить про нестабільність форми текстильних виробів та впливає на придатність виробів до використання. Зміна лінійних розмірів відбувається при розтягуванні тканин за довжиною в процесі виробництва – вибілювання, фарбування та висушування під натягом. А також – за рахунок здатності гідрофільних волокон до надмірного набухання і збільшення своєї товщини. Це стосується передусім целюлозних віскозних і бавовняних текстильних волокон. Унаслідок набухання і збільшення поперечних розмірів волокон зростає товщина тканини, що призводить до зменшення її лінійних розмірів. Певну роль при цьому відіграють показники будови пряжі і полотен. Нитки основи, які були більш напружені і розтягнуті в процесах ткацтва та опорядження тканини, та які мають більший ступень кручення, при зволоженні менш набухають, ніж нитки підкання, та більш відновлюються. Тому більша зміна лінійних розмірів тканин спостерігається в напрямку ниток основи, тобто по довжині тканини.

Зміна лінійних розмірів целюлозомістких тканин відбувається в дві фази:

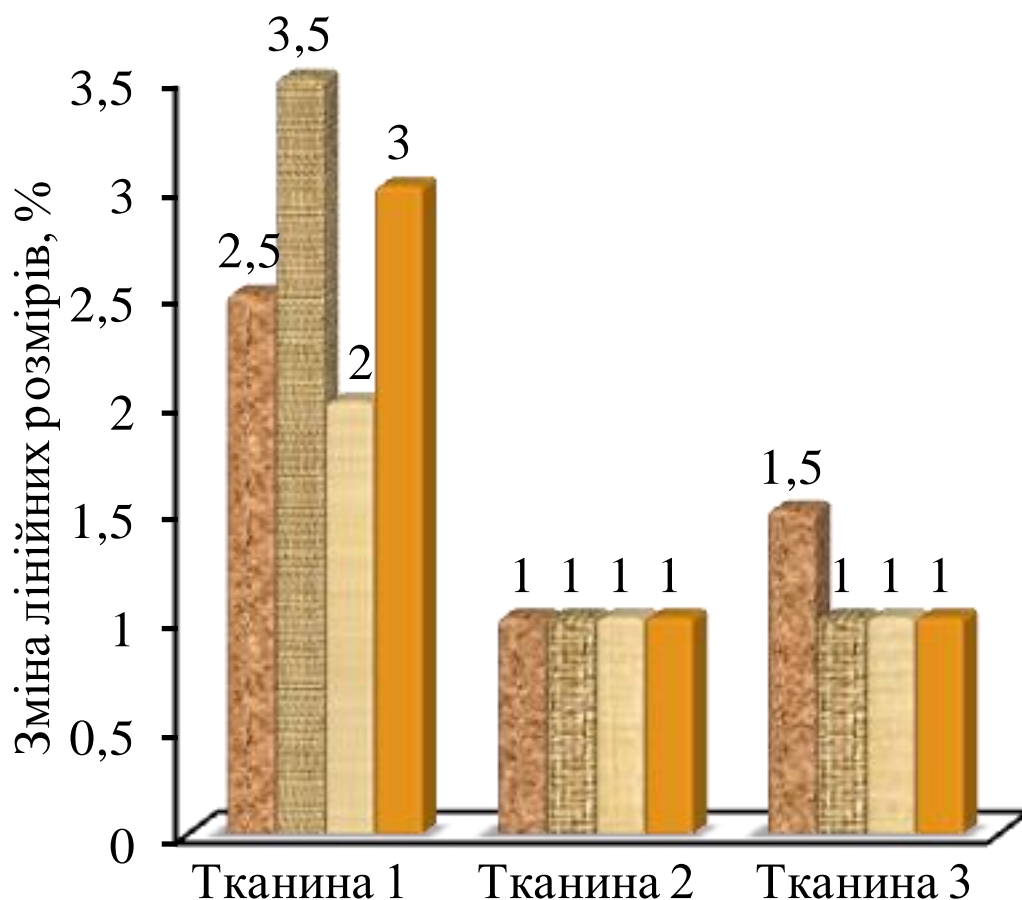
- перша фаза зміни лінійних розмірів проявляється одразу ж при зволоженні, або при занурюванні тканини у воду. Зміна лінійних розмірів залежить від температури води при пранні і зростає при її збільшенні.

- друга фаза зміни лінійних розмірів проявляється при висушуванні тканини, коли при зменшенні місту вологи в тканині знову виникають відновлювальні процеси, які призводять до зменшення лінійних розмірів тканини. Величина усадки збільшується при збільшенні швидкості випаровування вологи.

Тому з метою запобігання зміни лінійних розмірів целюлозомістких текстильних виробів необхідно чітко дотримуватися технологічних параметрів режимів їх обробки.

Зміну лінійних розмірів целюлозомістких текстильних матеріалів після ресурсощадних технологій прання визначено за ДСТУ ISO 5077-2001 Матеріали текстильні. Метод визначення зміни лінійних розмірів після прання та сушіння.

Зміну лінійних розмірів целюлозомістких тканин представлено на рисунку 3.5.



■ – прання за типовою технологією по основі; ■ – прання за типовою технологією по підканню; ■ – прання за ресурсоощадною технологією по основі; ■ – прання за ресурсоощадною технологією по підканню

Рисунок 3.5 – Зміна лінійних розмірів целюлозомістких тканин

Дослідження показали, що зміна лінійних розмірів тканин знаходиться в допустимих межах відповідно до нормативних значень (до 5 %). З рисунку 3.5 видно, що найбільшу зміну лінійних розмірів має тканина 1, 100 % бавовна – 2,5 % та 3,5 % по основі та підканню відповідно. Це пояснюється гідрофільністю бавовняних волокон та різною щільністю ниток по основі та підканню відповідно. Для тканин з вмістом поліестерних волокон зміна лінійних розмірів знаходиться в

межах 1 %.

Здатність целюлозомістких тканин витримувати дію багатократних деформацій розтягування є характеристикою терміну використання текстильних виробів в процесі експлуатації. При багатократних згинах виробів відбувається поступове розхитування внутрішньо молекулярної структури волокон та ниток, про що свідчить зменшення в'язкості їх розчинів після багатократних згинів. Крім цього, спостерігається порушення зовнішніх зв'язків між окремими волокнами в пряжі, між окремими елементарними нитками в комплексних нитках і між нитками в виробах.

Тому важливо застосувати ресурсощадні технології прання текстильних виробів, що дозволить зменшити деформації виробів під час їх очищення.

Особливістю визначення механічних властивостей текстильних виробів є те, що необхідне виконання двохвимірних випробувань, а саме: тканин – по основі і підканню.

До напівциклових розривних характеристик механічних властивостей текстильних виробів, як і волокон та ниток, відносять розривальне навантаження, видовження на момент розірвання [48, 49].

Для виявлення впливу густини, виду переплетення та інших структурних характеристик виробів на міцність їх до розтягування визначають розрахункове розривальне навантаження на одну нитку в тканині по основі чи по підканню, на один петельний ряд трикотажу чи петельний стовпчик.

Одним із основних критеріїв оцінки механічних властивостей, міцності, а відповідно, придатності до використання целюлозомістких текстильних виробів є розривальне навантаження (P_r , Н) та видовження на момент розірвання (l_r , %). Дані про зміну механічних властивостей целюлозомістких тканин після багаторазового прання представлено в таблицях 3.9, 3.10.

Повна деформація, що виникає при розтягуванні текстильних виробів під дією навантаження, меншого за розривальне, складається із пружної, еластичної та пластичної деформацій. Зворотні деформації, що складаються із пружної та

еластичної, дуже важливі. Вироби із тканин або трикотажних полотен з високими значеннями швидко зворотніх деформацій, добре зберігають свою форму в процесі експлуатації, мають підвищену зносостійкість.

Таблиця 3.9 – Розривальне навантаження (Рр, Н) целюлозомістких тканин після багаторазового прання

Технологія прання	Тканина 1, 100 % бавовна		Тканина 2, 80 % бавовна, 20 % поліестер		Тканина 3, 100 % віскоза	
	Основа	Підкання	Основа	Підкання	Основа	Підкання
Вихідний зразок	700	360	920	530	600	300
Типова технологія, перше прання	500	280	800	450	400	220
Ресурсоощадна технологія, перше прання	680	360	910	520	580	295
Типова технологія, 30 циклів прання	490	250	750	420	390	200
Ресурсоощадна технологія, 30 циклів прання	670	350	900	510	560	280

Напівциклові розривальні характеристики, як і інші фізико-механічні властивості виробів, багато в чому залежать від технологічних параметрів прання целюлозомістких текстильних виробів. Необхідно враховувати, що зниження міцності при розтягуванні компенсує позитивний ефект по відношенню до інших властивостей.

Таблиця 3.10 – Видовження на момент розірвання (I_p , %) целюлозомістких тканин після багаторазового прання

Технологія прання	Тканина 1, 100 % бавовна		Тканина 2, 80 % бавовна, 20 % поліестер		Тканина 3, 100 % віскоза	
	Основа	Підкання	Основа	Підкання	Основа	Підкання
Вихідний зразок	14	25	25	38	12	26
Типова технологія, перше прання	14	21	24	38	13	25
Ресурсоощадна технологія, перше прання	15	26	26	41	12,5	25
Типова технологія, 30 циклів прання	13	20	23	39	13	23
Ресурсоощадна технологія, 30 циклів прання	15	25	25	40	13	25,5

Результати дослідження розривального навантаження, видовження на момент розриву (таблиці 3.9, 3.10) показали, що після прання за ресурсоощадними технологіями не відбувається падіння міцності (P_p , Н) і знаходиться у межах вихідного зразка: від 680 до 670 Н для тканини 1, від 910 до 900 Н для тканини 2, від 580 до 560 Н для тканини 3. Подібна тенденція спостерігається для дослідних целюлозомістких тканин по підканню.

Стійкість до стирання (кількість циклів) по площині дослідних зразків целюлозомістких тканин після багаторазового прання наведено в таблиці 3.11.

Таблиця 3.11 – Стійкість до стирання дослідних зразків, циклів

Вид зразків тканини	Вихідний зразок	Типова технологія	Ресурсоощадна технологія
		30 циклів прання	
Тканина 1, 100 % бавовна	5550	5000	5350
Тканина 2, 80 % бавовна 20 % поліестер	6450	6100	6350
Тканина 3, 100 % віскоза	5000	4500	4800

За даними таблиці 3.11 спостерігається подібна тенденція збереження зносостійкості целюлозомістких зразків після багаторазового прання. Більшу зносостійкість мають змішані целюлозомісткі тканини. Таким чином, при впровадженні ресурсоощадних технологій, досягається висока якість прання виробів, збільшується кількість циклів їх очищення у порівнянні з типовою технологією, а відповідно подовжується термін експлуатації виробів.

3.5 Розрахунок енергетичних та експлуатаційних показників застосування ресурсоощадних технологій прання целюлозомістких текстильних виробів

Кількість спожитої електроенергії залежить від маси завантаження обладнання, тривалості процесу очищення виробів, послідовності та кількості операцій [20, 30, 58]. Кількість полоскань особливо впливає на енергетичні затрати процесу прання тому, що машина споживає більшу кількість води, потребує більшої встановленої швидкості обертання барабана, що також на пряму впливає на збільшення споживання електроенергії.

До функціональних властивостей пральних машин відносяться: універсальність видалення забруднень, тобто якість прання виробів, збереження їх споживних властивостей, віджим, продуктивність машини. Універсальність машин характеризується кількістю видів текстильних матеріалів за волокнистим складом, які можуть бути випрані в даній машині при їх мінімальному зношенні.

Основна функціональна властивість пральних машин є очищення виробів. Якість прання виробів залежить від конструкції (способу активації мийного розчину), режиму миття, виду мийних засобів, ступеня забруднення виробів, волокнистого складу, жорсткості води.

Основні експлуатаційні характеристики пральних машин (завантажувальна маса, кількість обертів при віджимі, якість прання, споживання води, кількість споживання електроенергії), технологічні параметри між собою пов'язані. Так як кількість спожитої електроенергії, кількість споживання води залежать від завантаження, тобто чим більша маса, тим більше потрібно води і тим більше потрібно затратити енергії, щоб отримати високу якість прання целюлозомістких текстильних виробів.

Для високого рівня продуктивності на підприємствах клінінгової індустрії та служби сервісу застосовують виключно професійне і напівпрофесійне обладнання, яке розраховане на багато циклів прання текстильних виробів в робочу зміну [56]. Кількість програм очищення досягає сотні, що дозволяє обирати оптимальні умови для кожного типу забруднення і асортименту текстильних виробів. Професійне обладнання має розширені барабани, декілька нагрівальних елементів, здатне забезпечувати десятки циклів прання в зміну.

За допомогою експериментального стенду (підрозділ 2.4) можливе кількісне визначення економії витрат ресурсів в процесі прання целюлозомістких текстильних виробів. Застосування лабораторного стенду для досліджень енергетичних та експлуатаційних показників пральних машин дозволяє вимірювати значення напруги, струму, активної, реактивної, та сумарної потужності, коефіцієнта потужності, дослідження енергоефективності приводів. Лабораторний стенд із спеціалізованим програмним забезпеченням EDR дає можливість комплексного визначення якості прання виробів, віджиму та кількісного дослідження енергетичних показників обладнання.

Результати дослідження енерговитрат процесу очищення у пральній машині з прямим приводом LG F8068LD наведено в таблиці 3.12.

Таблиця 3.12 – Енерговитрати процесу прання в машині LG F8068LD

Режим роботи барабана	Час, год	Потужність, кВт	Кількість електроенергії, кВт·год.
миття	0,717	0,1873	0,1343
віджим	0,067	0,1934	0,0129
полоскання 1	0,017	0,1930	0,0097
віджим	0,050	0,1299	0,0087
полоскання 2	0,067	0,2282	0,0114
віджим	0,025	0,0966	0,0089
полоскання 3	0,050	0,1639	0,0082
віджим	0,092	0,3545	0,0266
Σ	1,085	1,5469	0,2205

Після обробки експериментальних даних визначено енергетичні показники пральної машини, а саме активну, реактивну, та сумарну потужності, відповідно на основі одержаних даних можна обрахувати активну, реактивну та сумарну кількість електроенергії.

В підрозділах 3.2, 3.3 обґрунтовано скорочення тривалості процесу прання целюлозомістких виробів за рахунок зменшення кількості полоскань на одне полоскання. Економія витрат досягається за рахунок зменшення кількості полоскань на одне полоскання. Розрахуємо економічну ефективність від скорочення тривалості процесу прання целюлозомістких текстильних виробів.

Під час одного полоскання в пральній машині із прямим приводом LG F8068LD витрачається 10 л води. Таким чином, при скороченні кількості полоскань на одне полоскання економія води становить 10 л, економія робочого часу – 0,142 год., економія електроенергії 0,0348 кВт·год відповідно. Загальну економію витрат наведено в таблиці 3.13.

Таблиця 3.13 – Економія витрат в процесі прання за ресурсощадними технологіями прання целюлозомістких текстильних виробів

Витрати	Типовий режим прання	Ресурсощадний режим прання	Економія витрат	Вартість, грн.	Економія, грн.
Витрати води	48 л	38 л	10 л	0,142	1,42
Витрати енергії	0,2205 кВт·год.	0,1857 кВт·год.	0,0348 кВт·год.	1,44	0,050
Витрати часу	1,085 год.	0,943 год.	0,142 год.	11,4	1,62
Загальна економія витрат					3,09

Таким чином, загальна економія витрат під час одного циклу прання за ресурсощадними технологіями складає 3,09 грн. за цінами 2022 року.

ВИСНОВКИ

В кваліфікаційній роботі наведено основні тенденції розвитку технологій прання і вимоги екологічної безпеки ресурсоощадних технологій прання целюлозомістких текстильних виробів. Охарактеризовано переваги і недоліки сучасних технологій прання та здійснено порівняльну оцінку ресурсоощадних технологій.

Досліджено параметри процесу прання целюлозомістких текстильних виробів, визначено технологічні фактори, які впливають на якість очищення текстильних виробів. Запропоновано оптимальні умови впровадження ресурсоощадних технологій для підвищення ефективності здійснення технологічних процесів прання целюлозомістких текстильних виробів.

Проаналізовано технологічний процес прання целюлозомістких текстильних виробів з точки зору виявлених джерел небезпеки і встановлено, що на стадіях миття та полоскання, відбувається негативний вплив на навколишнє середовище, працівників і споживачів.

Підтверджено, доцільність скорочення циклу прання на одне полоскання без погіршення якості очищення целюлозомістких текстильних виробів. При застосуванні ресурсоощадних технологій прання забезпечується скорочення часу здійснення операцій від 18 до 38 хв, а також зменшення температури обробки від 10⁰С до 30⁰С, у порівнянні з типовою технологією прання виробів, на один цикл обробки відповідно.

Обґрунтовано, що кількість спожитої електроенергії залежить від маси завантаження обладнання, тривалості прання целюлозомістких текстильних виробів, послідовності та кількості операцій. Кількість полоскань особливо впливає на енергетичні затрати процесу прання, тому що машина споживає більшу кількість води, потребує більшої встановленої швидкості обертання барабана, що впливає на збільшення споживання електроенергії. Визначено енергетичні показники обладнання.

Доведено, що при скороченні кількості полоскань на одне полоскання економія води становить 10 л, економія робочого часу – 0,142 год., економія електроенергії 0,0348 кВт·год.

Таким чином застосування ресурсощадних технологій прання целюлозомістких текстильних виробів, сприяють скороченню тривалості здійснення операцій, зменшенню циклу очищення виробів, витрат реагентів, покращенню екологічної безпеки процесу.

ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ

1. Population and Labour Data : World Bank [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://data.worldbank.org/>. (дата звернення 30.08.2022 р.).
2. Import and export data: ОЕС [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://atlas.media.mit.edu/en/> (дата звернення 30.08.2022 р.).
3. Largest companies Info: FashionUnited top 100 [Електронний ресурс]. Режим доступу: www.wto.org (дата звернення 30.08.2022 р.).
4. Інформаційно-аналітичні матеріали Асоціації «Укрлегпром» [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://ukrlegprom.org/ua/> (дата звернення 30.08.2022 р.).
5. Державний служба статистики України [Електронний ресурс]. Режим доступу: <http://www.ukrstat.gov.ua/> (дата звернення 30.08.2022 р.).
6. Міністерство економічного розвитку і торгівлі України [Електронний ресурс]. Режим доступу: <http://www.me.gov.ua/> (дата звернення 30.08.2022 р.).
7. Bick R. The global environmental injustice of fast fashion. / Bick R., Halsey E., Ekenge C. C. // Environ Health. – 2018. – Vol. 17 (92).
8. Khan S., Malik A. Environmental and health effects of textile industry wastewater, in environmental deterioration and human health. // Springer. – 2014.– P. 55 – 71.
9. Текстильні відходи – це глобальна проблема [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://lindstromgroup.com/ua/> (дата звернення 15.06.2018 р.).
10. The life cycle of a T-shirt // Council For Textile Recycling. – 2014. – Vol.10.
11. Claudio L. Waste couture: environmental impact of the clothing industry. // Environ Health Perspect. – 2007. – Vol.115 (9). – P.448 – 454.
12. Greening the economy through Life Cycle Thinkin. UNEP DTIE Sustainable Consumption and Production Branch. Paris France. – 2012. – 64 p.
13. Louis Tan Tai Ho. Formulating Detergents and Personal Care Products: A Complete Guide to Product Development / Louis Tan Tai Ho. – US : American Oil Chemists' Society, 2000. – 465 p.

14. What's the carbon footprint of a load of laundry [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://www.theguardian.com/> (дата звернення 16.10.2022 р.).

15. Параска О.А. Вплив процесів хімічного чищення на експлуатаційні властивості текстильних матеріалів / О.А.Параска, С.А. Карван // Вісник КНУТД. – 2010. – № 4. – С. 278-282.

16. Jolliet O. The LCA midpoint-damage framework of the UNEP/SETAC Life Cycle Initiative. *Int J LCA* // Jolliet O., Müller-Wenk R., Bare J., Brent A., Goedkoop M., Heijungs R., Itsubo N., Peña C., Pennington D., Potting J., Rebitzer G., Stewart M., Udo de Haes H., Weidema B – 2004. – 9(6). – P. 394 – 404.

17. Study of problems in modern science: new technologies in engineering, advanced management, efficiency of social institutions : Monograph / ed. by Yu. Shalapko, Z. Wyszowska, J. Musial, O. Paraska. – Bydgoszcz, 2015. – 753 p.

18. Laundry Experience Event 2017. March 17-18th, 2017, Helmond, Netherlands.

19. Secondary Materials and Recycled Textiles (SMART) Association [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://www.smartasn.org/> (дата звернення 15.10.2022 р.).

20. CINET [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.cinet-online.com/>. (дата звернення 15.10.2022 р.).

21. Laundry Experience [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.laundry-experience.nl> (дата звернення 15.10.2022 р.).

22. Стенворд Д. Франчайзинг в малому бізнесі: пер. з англ. / [заг. ред. Петра Тарасенка]. – К.: Знання, 2008. – 361 с.

23. Параска О. А. Перспективи розвитку діяльності підприємств хімічного чищення та клінінгової індустрії в Україні / О. А. Параска, С. А. Карван, О. І. Рак // Восточно-Европейский журнал передовых технологий. – 2011. – № 3/6 (51). – С. 59–63.

24. Волокнисті матеріали та вироби легкої промисловості з прогнозованими бар'єрними медико-біологічними властивостями. Ч.2 : Матеріали та вироби легкої

промисловості з прогнозованими бар'єрними медико-біологічними властивостями: монографія : в 2 т. / [С. М. Березненко, В.І. Власенко, І. А. Ігнат'єва, М. В. Колосніченко, В. В. Кострицький, В. П. Попов, Є. А. Прокопова, А. М. Слізков, Н. П. Супрун]. – К. : КНУТД, 2014. – 260 с.

25.Кучер З. С. Матеріалознавство швейного виробництва : [навчально-метод. посібник] / З. С. Кучер, С. Л. Кучер. – Кривий Ріг : Видавничий дім, 2009. – 320 с.

26.Paraska O. Research on the process of contaminating textile materials/ O. Paraska, A. Sioma, S. Karvan // Engineering and methodology of modern technology : monograph / ed. by G. Paraska, J. Kowal. – 2012. – P. 297-314.

27.Глубіш П. А. Хімічна технологія текстильних матеріалів. Завершальна обробка: навч. посіб. Для ВУЗів/ П. А. Глубіш– К. : Арістей, 2006. – 304 с.

28.Kyslyak N. K. Problems of ecological safety of textiles and materials for textile production and their product / N. K. Kyslyak, I. S. Galyk, B. D. Semak, E. P. Tulytchenko // Ekologia wyrobow : III Miedzynarodowa konferencja. – Krakow : Pracownia poligraficzna Akademii Ekonomicznej w Krakowie, 2003. – С. 259-265.

29.Mittal K. Textile Finishing: Recent Developments and Future Trends./ K. L. Mittal, T. Bahners – John Wiley & Sons. – 2017 – 588 p.

30.Смирнов О. М. Химчистка как стиль жизни: учеб. / О. М. Смирнов, О. С. Бородич. – К: Вища шк., 2005. – 358 с.

31.Брюхова І. Г. Технологія обробки виробів на підприємствах служби сервісу : навчальний посібник / І. Г. Брюхова, Л. С. Степанова, Г. І. Тарасова – Львів : Новий Світ, 2008. – 230 с.

32.Промислове обладнання для пральні та хімчистки з Європи та США. [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://prod-torg.com.ua/> (дата звернення 18.10.2022 р.).

33.Барна М. Ю. Стан та тенденції розвитку ринку синтетичних мийних засобів / М. Ю.Барна, О. Я. Демкевич // Науковий вісник НЛТУ України. – 2012. – Вип. 22.5. – С. 183–187.

34.Проданчук М. Г. Текстильні матеріали та одяг – проблеми безпеки / М. Г. Проданчук, Л. Г. Сененко, Н.Є.Дишнієвич // Легка промисловість. – 2004. – №4. – С.36-37.

35.Gupta D. Antimicrobial treatments for textiles / D. Gupta, S. Bhaumik // Indian Journal of Fibre and Textile Research. – 2007. – 32(2). – P. 254-263.

36.Наказ МОЗ «Про затвердження Інструкції зі збору, сортування, транспортування, зберігання, дезінфекції та прання білизни у закладах охорони здоров'я» від 30.04.2014, № 293

37.Параска О.А. Сучасні вимоги до виробництва мийних засобів в Україні / О.А. Параска, В.О. Ковальська, С.А. Карван // Вісник Хмельницького національного університету. Технічні науки. – 2016. – № 2. – С. 273–277.

38.Shen B. Sustainability issues in textile and apparel supply chains / B. Shen, Q. Li, C. Dong, P. Perry // Sustainability. Special Issue – 2017. – 9 (9). – 1592 p.

39.Супрун Н. П. Сучасні проблеми виробництва безпечного у споживанні та екологічно чистого текстилю : монографія / Н. П. Супрун, Г. В. Щуцька. – К. : Кафедра, 2013. – 112 с.

40.Сафонов Ю. М. Державне регулювання методологічних аспектів та економічна оцінка сировинного комплексу України // Інвестиції: практика та досвід. – Київ, 2011. – № 4. – С. 38-42.

41.Семак Б. Б. Наукові засади формування ринку рослинної технічної сировини та його окремих сегментів в Україні: монографія / Б. Б. Семак. – Львів: Вид-во Львівської комерційної академії, 2007. – 512 с.

42.Дрозд М. І. Основи матеріалознавства: Навчальний посібник. - Мінськ: Вища школа, 2011. - 431 с.

43.Параска О.А. Формування асортименту та класифікація бавовняних тканин / О.А. Параска, С.А. Карван, Д.С. Матвейцова // Вісник Хмельницького національного університету. Технічні науки. – 2014. – № 4. – С.196 – 203.

44.Ніколайчук Л. Г. Сучасні підходи до формування властивостей екологічної безпечності бавовняних тканин одягового призначення / Л. Г.

Ніколайчук, Г. І. Сукач // Товарознавство і торговельне підприємництво: стан, проблеми, перспективи : зб. наук. праць за матеріалами міжнар. наук.-практ. конф., 18-19 квітня 2013 р. / М-во освіти і науки України, Київ. нац-й торг.-екон-й ун-т. [та ін.]. – К. : КНТЕУ, 2013.

45. Матеріали текстильні. Професійний догляд. Сухе та вологе чищення тканин і одягу. Частина 4. Процедура визначення характеристик після чищення з використанням модельованого мокрого чищення (ISO 3175-4: 2003, IDT) : ДСТУ ISO 3175-4-2005. – [Чинний від 2005-10-01]. – К. : Держспоживстандарт України, 2005. – 8 с. – (Національний стандарт України).

46. Параска О. А. Аналіз методів визначення миючої здатності поверхнево-активних речовин / О. А. Параска, С. А. Карван, О. І. Кулаков // Вісник Київського національного університету технологій та дизайну. – 2006. – № 2. – С. 83 – 87.

47. ДСТУ ISO 5077-2001. Матеріали текстильні. Метод визначення змінювання лінійних розмірів після прання та сушіння. [Чинний від 2003-07-01]. К. : Держспоживстандарт України, 2003. – 8 с. (Національний стандарт України).

48. ДСТУ ISO 13938-1:2007. Матеріали текстильні. Властивості тканин щодо розривання. Частина 1. Гідравлічний метод визначення опору розриванню та розтягуванню на момент розірвання (ISO 13938-1:1999, IDT). [Чинний від 2009-01-01]. К. : Держспоживстандарт України, 2011. – 10 с. (Державний стандарт України).

49. ДСТУ ISO 13938-2:2007. Матеріали текстильні. Властивості тканин щодо розривання. Частина 2. Пневматичний метод визначення опору розриванню та розтягуванню на момент розірвання (ISO 13938-2:1999, IDT). [Чинний від 2009-01-01]. К. : Держспоживстандарт України, 2011. – 10 с. (Державний стандарт України).

50. Матеріалознавство швейного виробництва: навчальний посібник / М. О. Кущевський, Г. С. Швець. – К.: Видавничий дім «Кондор», 2021. – 412 с.

51.Ярошук О. В. Структурний підхід до оптимізації показників якості текстильних матеріалів та виробів з них / О. В. Ярошук, О. П. Бохонько, О. Ю. Лепікаш // Вісник ХНУ. Технічні науки. – 2011. – № 1. – С. 209-213.

52.Ресурсоощадні технології та обладнання швейної та текстильної промисловості. Т. 2 : Шляхи підвищення ефективності швейної та текстильної галузей України на базі новітніх технологій та управління : монографія : в 2 т. / [В. Ю. Щербань, Г. Б. Параска, Б. В. Орловський, Ю. Ю. Щербань, В. П. Крисько, О. К. Червонюк, В. В. Чабан, В. Г. Здоренко, О. Ю. Чубукова]. – К. : КНУТД, 2015. – 260 с.

53.Петрушка Т. О. Аналізування впливу чинників на ефективність впровадження ресурсоощадних технологій. / Т.О. Петрушка // Науковий вісник НЛТУ України. – 2011. – Вип. 21.1. – С.248-255.

54.Івасишен С. Д. Диференціальні рівняння: методи та застосування: навч. посіб. / С.Д. Івасишен, В.П. Лавренчук, П.П. Настасієв, І.І. Дрінь. – Чернівці: Чернівецький нац. ун-т, 2010. – 288 с.

55.ГК 201-01-2001 «Класифікація послуг і продукції у сфері побутового обслуговування».

56.Асоціація підприємств хімчистки і пралень України. [Електронний ресурс]. Режим доступу: <http://www.sfera-93.com.ua/uk>. (дата звернення 18.11.2022 р.).

57.Інструкція щодо надання послуг з хімічної чистки та фарбування (перефарбування) виробів. Наказ Українського союзу об'єднань, підприємств і організацій побутового обслуговування населення від 27.08.2000. – № 20.

58. Пральні машини. [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://unimac.com.ua/> (дата звернення 2.11.2022 р.).

ДОДАТОК А

Таблиця А.1 – Анкетування споживачів

№ з/п	Питання	Відповіді		
1	Як часто ви користуєтеся послугами підприємств клінінгової індустрії та служби сервісу?	1 раз в тиждень	1 раз в сезон	Не користуюся
2	Чи влаштовує вас ціна на послуги з прання текстильних виробів?	Так	Якби ціна була меншою, користувався/лась би частіше	Ні
3	Як ви ставитеся до прання текстильних виробів на підприємствах клінінгової індустрії та служби сервісу	Позитивно	Негативно, оскільки можливе пошкодження текстильних виробів	